ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 MARS 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. G. Darboux fait hommage à l'Académie de deux Mémoires intitulés : *Un peu de géométrie à propos de l'intégrale de Poisson* et *Sur une méthode de Tissot relative à la construction des Cartes géographiques.*

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les eaux mères des marais salants* (¹). Note de M. Schlœsing père.

Au cours d'un séjour en Tunisie, j'ai suivi les opérations de la saline de la Goulette, exploitée par le gouvernement de la Régence, et je me suis proposé d'étudier la composition des eaux mères, depuis le début de la cristallisation du sel jusqu'au moment où ces eaux sont rejetées à la mer.

La cristallisation du sel a lieu, comme on sait, surtout pendant le jour, au sein d'une dissolution sensiblement sursaturée et chauffée par le soleil, en sorte que les échantillons d'eaux mères prélevés dans ces conditions déposent

(¹) Après les travaux classiques de Balard, des recherches sur les eaux mères de marais salants risquent fort de manquer d'originalité. Je n'ai pu vérifier si les miennes sont dans ce cas. En effet, je ne connais d'autre publication des travaux de Balard que le résumé fourni par leur auteur à Regnault pour son Traité de Chimie. D'après ce résumé, il semble que Balard se soit occupé surtout des eaux mères concentrées au delà de 30° B., en vue d'en extraire le sulfate de sodium, le sulfate de potassium et le chlorure de ce métal, tandis que mes recherches ne concernent que les eaux mères dont le degré ne dépasse pas 29,5.

presque toujours leurs excès de sel dans les flacons : le degré aérométrique observé au moment du prélèvement correspond alors à un état transitoire de l'eau mère qui n'est pas défini; pour éviter autant que possible cette sorte d'erreur, j'ai prélevé mes échantillons le matin, à des températures comprises entre 18° et 20°, après le refroidissement nocturne et l'achèvement probable de la cristallisation. Néanmoins, ils ont encore déposé de petites quantités de sel pendant leur transport à Paris et leur séjour au laboratoire.

Au moment du prélèvement, leurs degrés B étaient 25,5, 27,6, 28,6, 29,56. Le premier échantillon représente l'eau de mer arrivée au point de concentration auquel elle est saturée de sel et va commencer à en déposer. Je n'ai pu recueillir d'échantillon d'eau mère concentrée au delà de 29°,56. C'est par accident que ce degré a été atteint, car on estime qu'un sel qui a baigné dans une eau aussi concentrée n'est plus propre à la consommation.

J'ai suivi dans mes analyses les procédés que j'avais déjà appliqués à l'eau de mer.

J'ai déterminé la densité des eaux mères, en pesant 50^{cm^3}, à la température de 20°, dans un carafon exactement jaugé.

Pour doser l'acide sulfurique, j'ai versé lentement un volume connu d'eau mère, dilué dans l'eau pure additionnée de quelques gouttes d'acide acétique, dans une dissolution bouillante de chlorure de baryum en excès. Le précipité obtenu dans ces conditions est, après lavage et calcination, presque dépourvu de cohésion, ce qui est un signe de sa pureté.

Le chlore et le brome ont été précipités ensemble à l'état de chlorure et de bromure d'argent. Je n'ai pas dosé le brome dans ce mélange; partant de son dosage dans l'eau de mer ($0^{g},072$ dans 1^{l}) j'ai admis qu'il restait intégralement dissous, sans perte, pendant la concentration, de même que le magnésium, le potassium, l'acide sulfurique et que, par conséquent, sa proportion croissait comme celles de ces corps. Le brome étant ainsi calculé, la quantité de chlore s'en déduisait.

Le potassium et le sodium, après élimination de l'acide sulfurique par le chlorure de baryum suivie de l'application de la voie moyenne de Sainte-Claire Deville, se sont trouvés à l'état de carbonates que j'ai convertis en chlorures au moyen d'acide chlorhydrique titré, ce qui m'a donné un moyen de vérifier les dosages ultérieurs des deux métaux : les deux chlorures, après pesées, ont été changés en perchlorates dont j'ai séparé le perchlorate de potassium.

La magnésie a été dosée par la voie moyenne; son dosage a été contrôlé par le poids du sulfate qu'elle a fourni.

La chaux a été précipitée à l'état d'oxalate. On sait que les sels de magnésium retardent singulièrement la formation de ce précipité; mais ils perdent cette propriété, si l'on en fait des sels doubles par addition d'un sel ammoniacal pur. Je n'ai plus trouvé de chaux à partir du degré 27,6.

On peut combiner arbitrairement les bases et les acides, pour composer un Tableau où ne figurent que des sels; j'ai adopté le mode suivant de combinaison, qui convenait à l'emploi des eaux mères que je comptais faire plus tard : j'ai combiné le calcium à l'acide sulfurique; le reste de cet acide au magnésium; le reste de magnésium à du chlore; la totalité du sodium au chlore et au brome; après quoi il s'est trouvé que le reste de chlore correspondait au potassium.

Ces arrangements m'ont fourni le Tableau I suivant :

Tableau I.

Degré B au prélèvement...	25°,5	27°,6	28°,6	29°,56
1 litre d'eau mère contient :				
	g	g	g	g
Sel marin..............	257	229,4	197,3	171,4
Sulfate de calcium........	1,3	»	»	»
Sulfate de magnésium.....	21,9	42,1	56,5	69,1
Chlorure de magnésium...	32,3	62,2	81,7	99,7
Chlorure de potassium....	6,7	13,8	18,3	23,3
Bromure de sodium	0,8	1,5	2,0	2,5
Eau (dosée par différence).	890,6	882,9	886,6	886,2
Total ou poids du litre....	1210,6	1231,9	1242,4	1252,3

En regardant ce Tableau, on sera surpris de trouver des quantités d'eau presque égales dans des volumes égaux de dissolutions salines de densités croissantes. Je me hâte de faire observer que, dans la constitution de mes sels, j'ai supprimé l'eau, n'en connaissant pas les proportions; mais en réalité l'eau, dont j'ai donné seulement le total, est à deux états : la majeure partie constitue le milieu liquide; une autre partie est combinée dans les sels; et comme la proportion de ces sels croît avec la densité des dissolutions, la quantité d'eau libre décroît en même temps.

Le chlore, comme l'eau totale, reste à peu près constant; son poids est compris entre 188g et 191g par litre : il paraît donc que la perte de chlore occasionnée par la cristallisation du sel est compensée, au cours de la concentration, par l'enrichissement en chlorure de magnésium et de potassium.

Pendant leurs parcours sur les tables salantes, les eaux mères éprouvent une perte, le plus souvent peu importante, par infiltration dans le sol : on a

dit à ce sujet que, en vertu des différences de leurs pouvoirs diffusifs, les sels qui se perdent ne gardent pas entre eux les proportions qu'ils affectent dans les eaux mères. Mes analyses permettent de voir si cette hypothèse se vérifie dans la saline de la Goulette, dont le sol est certainement perméable; en effet, si ces proportions changent dans les sels infiltrés, la composition des eaux mères non infiltrées en sera affectée; mais si celle-ci ne varie pas, on devra penser que le mélange salin s'infiltre dans le sol, tel qu'il existe au-dessus.

J'ai donc calculé les rapports entre les sels de magnésium et de potassium, y compris le bromure de sodium, mais non le sel marin, dans mes quatre échantillons, et j'ai obtenu le Tableau II qui suit :

TABLEAU II.

	Eau mère							
	à 25°,5.		à 27°,6.		à 28°,6.		à 29°,56.	
Sulfate de magnésium	21,9 g soit	35,5 g	42,1 g soit	35,2 g	56,5 g soit	35,6 g	69,1 g soit	35,5 g
Chlorure de magnésium	32,3	52,4	62,2	52,0	81,7	51,5	99,7	51,2
Chlorure de potassium	6,7	10,9	13,8	11,5	18,3	11,5	23,3	12,0
Bromure de sodium	0,8	1,2	1,5	1,3	2,0	1,3	2,5	1,3
	61,7	100,0	119,6	100,0	158,5	99,9	194,6	100,0

Si j'applique les mêmes calculs à 1 l d'eau de mer, dont j'ai donné antérieurement la composition, je trouve :

Sulfate de magnésium	2,45 g	soit	35,5 g
Chlorure de magnésium	3,56		51,5
Chlorure de potassium	0,81		11,7
Bromure de sodium	0,09		1,3
	6,91		100,0

On voit que les rapports entre les sels, autres que le sel marin, sont bien près de rester constants, non seulement dans les tables salantes, mais encore dans les bassins où l'eau de mer se concentre jusqu'à 25°,5; d'où je conclus que la composition du mélange salin qui se perd dans le sol par infiltration doit bien peu différer de celle du mélange normal.

Mes analyses suggèrent encore une remarque particulièrement intéressante pour les praticiens, la voici :

On peut toujours concevoir deux parts, dans l'eau mère à 25°,5, qui

entre dans les tables salantes : l'une destinée à se perdre par infiltration, au cours de la campagne saunière; l'autre qui ne subira aucune perte de ce genre. Laissant de côté la première, peu importante le plus souvent, je considère seulement la deuxième, et j'y vois un ensemble de sels, non compris le sel marin, de composition et de poids invariables; cet ensemble est comme un témoin des phénomènes d'évaporation et de cristallisation accomplis en sa présence, et si on lui rapporte les quantités d'eau et de sel restées avec lui dans les eaux mères, on saura comment ces quantités ont varié, c'est-à-dire combien d'eau a été évaporée, combien de sel a cristallisé entre deux limites de concentration des eaux.

Tableau III.

		25°,5	27°,6	28°,6	29°,56
Ainsi 1^l d'eau mère........		25°,5	27°,6	28°,6	29°,56
contient	sels témoins.....	61^g,7	119^g,6	158^g,5	194^g,6
	sel marin.......	257,0	229,4	197,3	171,4
	eau............	890,6	882,9	886,6	886,2

Je ramène le litre d'eau mère à 27°,6, à 28°,6, à 29°,56 à un volume de cette eau qui contienne seulement les $61^g,7$ des sels témoins contenus dans 1^l d'eau mère à 25°,5; pour cela, je multiplie 1^l de ces eaux et les quantités d'eau et de sel contenus dans ce litre par les facteurs respectifs $\frac{61,7}{119,6}$, $\frac{61,7}{158,5}$, $\frac{61,7}{194,6}$; j'obtiens ainsi le Tableau suivant :

Tableau IV.

Eau mère à	25°,5	27°,6	28°,6	29°,56
Volumes.............	1^l	0^l,505	0^l,389	0^l,317
Sels témoins.........	61^g,7	61^g,7	61^g,7	61^g,7
Sel marin............	257	118,2	76,8	54,3
Eau.................	890,6	455,1	345	280,9

De ces nombres je tire plusieurs données intéressantes :

1° 1^l d'eau mère à 25°,5, passant à	27°,6	28°,6	29°,56
se réduit à	0^l,505	0^l,389	0^l,317

2° Ce même litre passant à.........		27°,6	28°,6	29°,56
perd	sel cristallisé.	257^g — 118^g,2 = 138^g,8	257^g — 76^g,8 = 180^g,2	257^g — 54^g,3 = 207^g,7
	eau vaporisée.	890,6 — 455,1 = 435,5	890,6 — 345 = 545,6	890,6 — 280,9 = 609,7

3° Ainsi 1¹ d'eau mère entrant à 25°,5 dans les tables et en sortant à 29°,56 y laisse 202ᵍ,7 sur 257ᵍ, soit 78,8 pour 100, ou près des $\frac{4}{5}$ de son sel;

4° Si l'on cherche les rapports entre les poids de sel cristallisé et les poids d'eau évaporée, quand l'eau mère à 25°,5 passe à 27°,6, à 28°,6, à 29°,56, on trouve, pour 100 d'eau, sel 31,9, 33, 33,2.

Le rapport croît très lentement; aussi peut-on admettre, en pratique, qu'il est constant, c'est-à-dire que :

Depuis le degré 25,5 jusqu'à 29,56, le poids de sel cristallisé est proportionnel au poids d'eau évaporée (à peu près $\frac{1}{3}$), comme si l'eau salée ne contenait que du sel pur.

5° Avec les nombres du Tableau IV, on peut construire trois courbes ayant pour abscisses les degrés B comptés à partir de 25°,5 pris pour origine, et pour ordonnées, la première, courbe des volumes, les volumes inscrits au Tableau correspondant aux degrés 25,5 — 27,6 — 28,6 — 29,56; la seconde, la courbe de l'eau, la troisième, la courbe du sel, ayant aussi pour ordonnées les poids d'eau et de sel correspondant aux mêmes degrés. Entre deux degrés B donnés, les différences entre les ordonnées feront connaître la réduction de volume, le poids d'eau évaporée, le poids de sel cristallisé.

En résumé, on voit dans la présente Note comment l'analyse des eaux mères conduit à des notions précises certainement utilisables dans l'exploitation des marais salants sur les faits essentiels qui s'y accomplissent, en faisant connaître les relations existant entre les densités ou les degrés B acquis par les eaux mères d'une part, et les quantités correspondantes d'eau évaporée et de sel cristallisé d'autre part.

ZOOLOGIE. — *Sur les Crustacés décapodes recueillis par la* Princesse-Alice *au cours de sa campagne de* 1910. Note de M. **E.-L. Bouvier**.

Au cours de sa campagne de 1910, la *Princesse-Alice* est restée toujours dans les eaux franchement européennes; partie du Hâvre pour aboutir à Marseille, elle a sondé les profondeurs du golfe de Gascogne entre Belle-Isle et le cap Finistère, les parages hispano-portugais depuis ce dernier point jusqu'à Gibraltar, surtout aux alentours du banc Gorringe, enfin elle a donné quelques coups de filet dans la Méditerranée. Explorées déjà bien des fois, ces régions n'avaient pas livré tous leurs secrets, et en ce qui con-

cerne les Crustacés décapodes, la campagne qui vient de prendre fin peut compter comme une des plus intéressantes.

1° *Faune bathypélagique.* — Ce sont principalement nos connaissances sur la faune bathypélagique qui ont bénéficié de cette campagne, grâce à une heureuse modification apportée au filet vertical Richard par M. Bourée, aide-de-camp de S. A. S. le Prince de Monaco. On doit au filet Richard des notions très précises sur la variété de la faune bathypélagique, car ses mailles sont fort étroites et il retient les espèces les plus petites, mais par cela même il repousse l'eau sans lui faire subir un complet tamisage, de sorte que beaucoup d'êtres agiles lui échappent. Avec ses mailles plus larges et son tissu peu effilochable, le filet Bourée n'offre pas les mêmes inconvénients; il filtre bien l'eau et l'on peut le remonter fort vite, sans compter que son ouverture est munie de quatre auvents qui augmente sa surface de prise.

Dans une Note récente ([1]) M. Coutière a montré que cet engin capturait en abondance des Crevettes bathypélagiques considérées jusqu'ici comme extrêmement rares, mais qu'il ramenait surtout des adultes, les jeunes, plus petits, trouvant passage entre ses mailles. J'ai fait des observations de même nature sur les autres Décapodes bathypélagiques; elles sont particulièrement frappantes en ce qui concerne les petits Pénéides du genre *Gennadas*, jusqu'ici considérés comme peu répandus. Les trois espèces capturées au cours de la campagne sont le *Gennadas Alicei* Bouv., le *G. valens* Smith et le *G. elegans* Smith; elles comptent dans les diverses opérations les représentants suivants :

Stations.	*G. Alicei.*	*G. valens.*	*G. elegans.*
3015, S.-O. de Vigo, 0-4200m	5 ♂, 9 ♀	0 , 0	0 , 0
3024, Id. 0-4900m	1 ♂, 3 ♀	2 ♂, 2 ♀	0 , 0
3028, Gorringe, 0-5100m	13 ♂, 3 ♀	5 ♂, 0	0 , 1 ♀
3030, Id. 0-4750m	22 ♂, 14 ♀	6 ♂, 3 ♀	0 , 0
3033, Id. 0-5000m	14 ♂, 10 ♀	2 ♂, 0	0 , 1 ♀
3036, S.-O. du cap St-Vincent 0-4740m	9 ♂, 17 ♀	2 ♂, 4 ♀	1 ♂, 5 ♀
3039, Id. Id. 0-3660m	12 ♂, 21 ♀	3 ♂, 4 ♀	9 , 0
3052, E. du cap Gate, 0-990m	0 , 0	0 , 0	1 ♂, 1 ♀
Total des sexes	76 ♂, 77 ♀	20 ♂, 13 ♀	2 ♂, 8 ♀
Total général	153	33	10

([1]) H. Coutière, *Sur les Crevettes eucyphotes recueillies en* 1910 *au moyen du filet Bourée, par la* Princesse-Alice (*Comptes rendus*, t. 152, p. 156).

A part quelques rares exceptions, tous ces exemplaires sont de beaux adultes. Or, jusqu'à 1905, le *G. Alicei* avait été ramené 14 fois, donnant en tout 20 individus parmi lesquels 4 adultes, et le *G. valens* 12 fois, avec un total de 21 exemplaires, dont 9 adultes. Quant au *G. elegans* qu'on trouve seul en Méditerranée et qui se répand largement dans tout l'Atlantique, il fut trouvé au cours de 43 opérations qui donnèrent 229 individus parmi lesquels 41 adultes seulement.

Ainsi, non seulement le filet Bourée capture les adultes en laissant passer les jeunes, mais il donne des notions singulièrement nouvelles sur la richesse de la faune bathypélagique. Le *G. Alicei* doit se ranger désormais parmi les espèces les plus communes de cette faune, alors que, jusqu'ici, on le considérait comme une espèce très rare; le *G. valens* est moins répandu; le *G. elegans*, d'autre part, semble échapper assez bien au filet Bourée, ce qui tient vraisemblablement à sa taille plus réduite.

Grâce au filet Bourée, on possède aussi de plus amples renseignements sur un grand Pénéide, la *Funchalia Woodwardi*, sur laquelle j'ai déjà eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie. Cette espèce resta longtemps problématique, car on ne la connaissait que d'après le grand individu décrit par Johnston et trouvé à Madère. Dans une campagne antérieure, la *Princesse Alice* avait capturé des larves (que j'ai appelées *grimaldielles*) et deux jeunes immatures. L'espèce a été retrouvée dans les parages du banc Gorringe au cours de 4 opérations, entre la surface et 5100^{m} de profondeur. Ces coups de filet ont donné 5 exemplaires : une femelle jeune dont la carapace mesure 24^{mm}, — un mâle immature, où la même partie du corps atteint 25^{mm}, — un autre légèrement plus fort et présentant un pétasma presque normal, — un quatrième plus fort encore, — et un grand mâle dont la carapace mesure 37^{mm}, la longueur totale étant de 100^{mm}. Ce dernier exemplaire présente une épine hépatique, dont on ne voit pas trace dans les exemplaires plus jeunes; il est d'ailleurs muni d'épines rostrales beaucoup plus nombreuses, et son rostre a une inflexion sigmoïde des plus nettes, qu'on retrouve dans un exemplaire plus jeune. Ainsi nous sont dévoilées peu à peu les variations subies au cours de l'âge par cette espèce bathypélagique rare et curieuse.

Les *Eryoneicus*, délicieux ballonnets hyalins flanqués d'une queue pour gouvernail, sont également des Macroures bathypélagiques, mais ils ne paraissent guère communs et l'on compte les exemplaires qui les représentent dans les Musées. Avec ses filets Richard et Bourée, le Prince en a fait une collection qui peut passer pour la plus riche; il vient de capturer encore, entre

la surface et 5000^{m}, deux spécimens de l'*E. spinoculatus* Bouvier, dont on ne connaissait qu'un exemplaire trouvé aux Açores par la *Princesse-Alice*. Les *Eryoneicus* doivent flotter plutôt que nager et leur taille n'est pas minime ; ils ne sauraient échapper au filet remontant et doivent, à juste titre, être considérés comme très rares.

2° *Espèces de fond ou de surface.* — Les Décapodes abyssaux recueillis durant la campagne offrent un intérêt moindre. Il convient pourtant de signaler la capture de deux Galathéidés aveugles : un mâle de *Munidopsis crassa* Smith et une femelle de *M. Antonii* A. M.-Edw. Ces deux espèces comptent parmi les raretés zoologiques et habitent les plus grands fonds ; de la première on ne connaissait qu'une femelle capturée au nord-est des États-Unis par 2574 brasses de profondeur, alors que le mâle de la *Princesse-Alice* provient des eaux espagnoles où il fut pris sur un fond de 4380^{m}. Quant à la seconde, elle était représentée par les quatre exemplaires recueillis aux Açores sur un fond de 3975^{m}, durant la campagne du *Talisman* ; le *Challenger* l'avait également capturée au large de Valparaiso (2400 brasses), et l'exemplaire de la *Princesse-Alice* appartient aux mers d'Europe où elle a été prise sur un fond de 3910^{m}. Il apparaît ainsi, une fois de plus, que les espèces de grandes profondeurs ne restent pas localisées en des aires géographiques étroites.

Dans le chalut où se trouvait l'exemplaire de *Munidopsis crassa*, furent également recueillis les restes bien caractéristiques d'un Crabe de surface très commun, le *Polybius Henslowi*. Faut-il croire que ces restes purent atteindre la profondeur de 4380^{m} sans être happés par un poisson, ou qu'ils ont été accidentellement capturés par le chalut durant sa course remontante? En tout cas, le *Polybius* ne saurait être rangé parmi les espèces abyssales ; il nage près de la surface et ne fut jamais trouvé au-dessous de 240^{m}.

Pour finir, il convient de signaler la richesse carcinologique d'une épave recueillie par la *Princesse Alice* dans le golfe de Cadix. Sur cette épave se trouvaient en extrême abondance 3 Galathéides rouges, *Porcellana longicornis*, *Galathea dispersa* et *G. squamifera* ; on y prit également 3 *Galathea strigosa* joliment piquetées de taches blanches sur fond rouge vif, 3 Crabes étrilles (*Portunus puber*) rouges et violacés, et, en très grand nombre, le petit Crabe *Pilumnus hirtellus*, de coloration grisâtre. Il est à noter que toutes ces espèces se tiennent sur le fond, soit près du littoral, soit à des profondeurs plus ou moins grandes (la *G. dispersa* est commune entre 10^{m} et 550^{m}) ; entraînées sur une épave, elles se trouvaient dans des conditions

anormales qui ont influé sur leur système pigmentaire. A l'exception du *Pilumnus hirtellus*, en effet, toutes ces espèces présentaient un coloris des plus vifs, très différent de celui qui leur est propre dans leur habitat ordinaire.

M. Gaston Bonnier présente de la part de M. Al. Daufresne un *nouveau microscope d'enseignement*.

Ce microscope est à deux oculaires, éloignés l'un de l'autre avec repérage pour observations simultanées de la même préparation. Le professeur et l'élève peuvent ainsi identifier et observer en même temps chaque région du champ du microscope.

Cet instrument peut servir aussi, dans le même but, de microscope polarisant. Ce dispositif pourra être fort utile pour les travaux pratiques et les examens de micrographie.

M. R. Zeiller fait hommage à l'Académie, au nom de Mme Fliche, d'un Ouvrage posthume de P. Fliche, intitulé : *Flore fossile du Trias en Lorraine et Franche-Comté*, publié par M. *Ph. Guinier* et qu'il a complété par des *Considérations finales*.

COMMISSIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1911.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Anatomie et Zoologie : *Prix Savigny*, *Grand Prix des Sciences physiques*, *Prix Cuvier*. — La Section d'Anatomie et Zoologie et MM. Grandidier, Lannelongue, le Prince Roland Bonaparte.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Müntz, Douvillé.

Médecine et Chirurgie : *Prix Montyon*, *Barbier*, *Bréant*, *Godard*, *du Baron Larrey*, *Bellion*, *Mège*, *Chaussier*. — La Section de Médecine et Chirurgie et MM. Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Guignard, Delage.

Physiologie : *Prix Montyon, Philipeaux, Lallemand, Pourat.* — MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Dastre, Henneguy.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Perrier, Guignard.

Cette Commission est également chargée de présenter une *Question de Prix Pourat* pour l'année 1914.

Statistique : *Prix Montyon.* — MM. de Freycinet, Haton de la Goupillière, Darboux, Poincaré, Carnot, Alfred Picard, le Prince Roland Bonaparte.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Labbé, Tisserand.

Histoire des Sciences : *Prix Binoux.* — MM. Ph. van Tieghem, Darboux, Grandidier, Poincaré, Émile Picard, Guyou, Bouvier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Guignard, Bigourdan.

Médaille Arago, Médaille Lavoisier, Médaille Berthelot. — Le Bureau de l'Académie.

Prix Gegner, Lannelongue, Trémont. — Le Bureau et les deux délégués de la Commission administrative.

Prix Wilde. — MM. Ph. van Tieghem, Darboux, Troost, Lippmann, Poincaré, Émile Picard, Violle.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM Baillaud, Termier.

Prix Lonchampt. — MM. Bouchard, Guignard, Roux, Prillieux, Laveran, Dastre, Mangin.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Chauveau, Perrier.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de M. *Dedekind*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 42,

M. Hilbert	obtient	39	suffrages
M. Bianchi	»	1	suffrage
M. Liapounov	»	1	»

Il y a 1 bulletin blanc.

M. **Hilbert**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Beiträge zur Geologie des Unterengadins*, par Chr. Tarnuzzer et U. Grubenmann.

2° *Monographie der Churfirsten-Mattstock-Gruppe*, par Arnold Heim.

3° *Les phénomènes thermiques de l'atmosphère*, par Émile Schwoerer. (Présenté par M. P. Appell.)

4° Les Tomes I et II de *La Technique moderne*. (Présenté par M. P. Appell.)

5° *Détermination de l'altitude du mont Huascaran (Andes du Pérou)*, exécutée en 1909 sur la demande de Mme F. Bullock-Workman par la Société générale d'études et de travaux topographiques. (Présenté par M. J. Carpentier.)

6° *Histoire de la cochenille au Mexique*, par M. Léon Diguet. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les continus irréductibles entre deux points.* Note de M. **Sigismond Janiszewski**, présentée par M. P. Appell.

Dans ma Note du 18 juillet 1910, j'ai essayé de montrer la grande variété et l'irrégularité d'un continu irréductible entre deux points [1] et

[1] Un continu irréductible entre deux points A et B ou arc irréductible AB est un ensemble : 1° continu; 2° contenant A et B; 3° irréductible par rapport à ces deux propriétés (comp. Zoretti, *Annales de l'École Normale*, 1909).

je me suis borné à l'étude du genre le plus simple de ces continus, des arcs simples. Pourtant le continu irréductible AB est aussi susceptible de théorèmes tout à fait généraux et mérite d'être étudié (¹).

La seconde partie de ma Note en question nous montre déjà une propriété générale d'un arc irréductible, qui n'est pas simple (nous nous bornons naturellement à ceux-là, les arcs simples étant étudiés à part). Elle exprime qu'il y a sur un arc irréductible non simple AB deux points M et N ($M \not\equiv N$) tels que soit $AM \equiv AN$, soit $BM \equiv BN$, et que dans le voisinage de M et de N il existe un continu de condensation (²).

Je vais démontrer à présent que M et N sont eux-mêmes situés respectivement sur un continu de condensation. Je remarque que ce théorème ne dérive point du précédent et n'est nullement évident. On peut en effet construire un continu, *dont* TOUS *les points* SAUF UN *appartiennent à des continus de condensation*.

I. *Étant donné un continu irréductible à la fois entre* A *et* B *et entre* A *et* C ($B \not\equiv C$), *c'est-à-dire*

$$AB \equiv AC$$

et sur lui un BC *quelconque* (³) *on a, pour chaque point* M *de* BC, *soit*

$$AM \equiv AB,$$

soit

$$BM \equiv CM \equiv BC.$$

Distinguons deux cas :

1° AM contient B.

Comme AM est un sous-ensemble de AB

$$AM \equiv AB.$$

Cette identité montre en même temps qu'il n'existe sur AB qu'un seul continu irréductible entre A et M;

2° AM ne contient pas B; dans ce cas, il ne peut pas contenir C, car autrement il contiendrait AC, c'est-à-dire AB, donc B.

Considérons sur BC deux continus irréductibles quelconques, l'un entre

---

(¹) Voir ZORETTI, *Comptes rendus*, t. 151, n° 3.

(²) C'est-à-dire un sous-ensemble continu $\mathcal{K}$ d'un continu donné $\mathcal{C}$, tel que l'ensemble dérivé de $\mathcal{C}-\mathcal{K}$ contient $\mathcal{K}$.

(³) Voir le théorème I de ma Note citée et la Note de M. Mazurkiewicz (*Comptes rendus*, t. 151, n° 4).

M et B, l'autre entre M et C. Les identités

$$\mathfrak{M}(AM, BM) \equiv AB,$$
$$\mathfrak{M}(AM, CM) \equiv AC \equiv AB,$$

(théorème II de la Note citée) montrent que BM et CM contiennent tous les deux les points B et C. Mais comme BM et CM sont des sous-ensembles de BC :

$$BC \equiv BM \equiv CM.$$

Les continus qui sont irréductibles entre deux quelconques de trois points donnés forment une classe tout à fait particulière. Je les désigne par ABC.

II. *Étant donné un continu irréductible*

$$AB \equiv AC \qquad (B \not\equiv C),$$

tout BC *situé sur* AB *qui n'est pas un* BCM *est un continu de condensation de* AB.

En effet, l'ensemble (AB — BC) contient A, BC étant par hypothèse différent de AB ≡ AC.

Soit Γ l'ensemble de tous les points de (AB — BC) bien enchaînés avec A. Il est évident que Γ n'est pas fermé. Il existe donc un point M de l'ensemble dérivé Γ′ qui n'est pas contenu dans Γ et par conséquent aussi dans (AB — BC); ce point appartient nécessairement à BC. En tenant compte de notre hypothèse, on voit d'après le paragraphe I, qu'il n'existe qu'un continu irréductible entre A et M :

$$AM \equiv AB.$$

Comme A et M font partie de l'ensemble Γ′ qui est continu, Γ′ contient un continu irréductible entre A et M qui n'est autre que AM.

Par conséquent

$$(AB - BC)' > \Gamma' > AM \equiv AB > BC,$$

ce qui montre que BC est un continu de condensation pour AB.

C. Q. F. D.

J'appelle *point de la seconde espèce* tout point situé sur un continu de condensation; tous les autres points seront dits *de la première espèce*.

III. *Tous les points d'un continu* ABC (≡ AB ≡ AC ≡ BC) *sont de la deuxième espèce.*

Soit M un point de AB. On a soit : 1° AM ≡ BM ≡ CM ≡ AB; soit : 2° un des continus AM, BM, CM, par exemple CM, est différent de AB; CM ne contiendra donc ni A ni B.

L'identité

$$\mathfrak{M}(CM, AM) \equiv AB$$

montre que B appartient à AM et l'identité

$$\mathfrak{M}(CM, BM) \equiv AB,$$

que A appartient à BM. Par conséquent

$$AM \equiv BM \equiv AB.$$

Dans les deux cas on voit que tout point de notre continu joue le même rôle que les points A, B, C. Il suffit donc de montrer qu'un des points A, B et C est de la seconde espèce. Décrivons, de C comme centre, une sphère laissant A à l'extérieur. A l'intérieur de cette sphère, il existe, comme on peut le démontrer, un sous-ensemble de AB continu et contenant C. Soit P un point de ce continu et considérons sur lui un PC.

$$CP \not\equiv AB,$$
$$AP \equiv AC.$$

En raisonnant comme plus haut (§ II), on obtient, en employant les mêmes notations, un point M de Γ' et de PC. Mais comme CP et *a fortiori* CM ne contient ni A ni B, l'identité

$$\mathfrak{M}(AM, CM) \equiv AC \equiv AB$$

montre que

$$AM \equiv AB.$$

D'où il résulte, comme plus haut, que PC est un continu de condensation de AB, et C un point de la deuxième espèce.

Par conséquent, si AB ≡ AC, on voit, d'après les paragraphes II et III, que *tout* BC *n'est composé que des points de la deuxième espèce.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles à points critiques fixes et les fonctions hypergéométriques d'ordre supérieur.* Note (¹) de M. René Garnier, présentée par M. P. Appell.

Soit (E_n) une équation différentielle linéaire du deuxième ordre, privée de son second terme, possédant $n+3$ points essentiellement singuliers,

(¹) Présentée dans la séance du 13 mars 1911.

$t_1, \ldots, t_n, t_{n+1} = 0, t_{n+2} = 1$ et ∞, réguliers au sens de L. Fuchs, et n points apparemment singuliers, $\lambda_1, \ldots, \lambda_n$. Dans une Note précédente [1] j'ai montré que, pour que le groupe de (E_n) soit indépendant des t_i, il faut que les λ_j vérifient un système (f_n, F_n) d'équations aux dérivées partielles dont l'intégrale dépend de $2n$ constantes arbitraires; considérées comme fonctions de l'un des paramètres t_i, les combinaisons symétriques des λ_j *ont leurs points critiques indépendants des constantes arbitraires*. Dans cette Note j'examinerai un cas particulier où (f_n, F_n) *admet toutes les solutions d'un système aux dérivées partielles d'ordre* n.

I. Appelons (E'_n) une équation (E_n) admettant une intégrale y_1 dont la dérivée logarithmique est rationnelle. On a nécessairement

$$y_1 = [\psi(x)]^{-\frac{1}{2}} \prod_{i=1}^{n+2} (x - t_i)^{r_i},$$

où $\psi(x) = \prod_{j=1}^{n} (x - \lambda_j)$. Pour que le groupe G de E'_n soit indépendant des t_i, *il faut que* $\lambda_1, \ldots, \lambda_n$ *vérifient le système complètement intégrable*

$$(1) \quad \frac{\partial \lambda_j}{\partial t_i} = \frac{\psi(t_i)\varphi(\lambda_j)}{\varphi'(t_i)\psi'(\lambda_j)(\lambda_j - t_i)} \left[\sum_{k=1}^{n}{}^{i} \frac{1 - 2r_k}{\lambda_j - t_k} - \frac{2r_i}{\lambda_j - t_i} \right] \quad (i, j = 1, 2, \ldots, n) \text{ [2]},$$

où $\varphi(x) = \prod_{i=1}^{n+2} (x - t_i)$. Toutes les solutions de (1) appartiennent à (f_n, F_n).

Ce système s'intègre de la façon suivante. Soit σ_ν la fonction symétrique élémentaire d'ordre i de $\lambda_1, \ldots, \lambda_n$; posons $\sigma_\nu = \theta_\nu \theta_0^{-1}$; on peut choisir *les* θ_ν *de telle sorte qu'ils vérifient un système linéaire d'ordre* $n + 1$; d'une façon précise, on a

$$K\theta_\nu = K s_\nu \theta_0 - \sum_{i=1}^{n} t_i(t_i - 1) s^i_{\nu-1} \frac{\partial \theta_0}{\partial t_i}$$

$\left[\text{où l'on a } K = 1 + \sum_{i=1}^{n+2} (2r_i - 1)\text{, et où } s_\nu \text{ et } s^i_\nu \text{ désignent les fonctions symétriques élémentaires d'ordre } \nu \text{ de } t_1, \ldots, t_n \text{ et de } t_1, \ldots, t_{i-1}, t_{i+1}, \ldots, t_n\right]$,

---

(1) *Comptes rendus*, t. 151, p. 205.

(2) L'indice i placé à la droite du signe Σ signifie que l'indice de sommation ne peut prendre la valeur i.

et θ_0 vérifie le système

$$(S_{n+1})\ \frac{\partial^2\theta_0}{\partial t_i^2}=\left(\sum_{k=1}^{n}{}^{i}\frac{2r_k-1}{t_i-t_k}+\frac{2r_{n+1}+2r_i-2}{t_i}+\frac{2r_{n+2}+2r_i-2}{t_i-1}\right)\frac{\partial\theta_0}{\partial t_i}$$

$$+(2r_i-1)\sum_{k=1}^{n}{}^{i}\frac{t_k(t_k-1)}{t_i(t_i-1)(t_i-t_k)}\frac{\partial\theta_0}{\partial t_k}-\frac{K(2r_i-1)}{t_i(t_i-1)}\theta_0,$$

$$(t_i-t_k)\frac{\partial^2\theta_0}{\partial t_i\,\partial t_k}=(1-2r_k)\frac{\partial\theta_0}{\partial t_i}-(1-2r_i)\frac{\partial\theta_0}{\partial t_k}.$$

Considérée comme fonction de t_i, θ_0 vérifie une équation différentielle d'ordre $n+1$ identique à celle de Pochhammer [1]; $\theta_0(t_i)$ est donc une *fonction hypergéométrique d'ordre supérieur*. Ainsi, pour $n=1$, on retrouve l'équation de Gauss, ce qui était immédiat, le système (1) se réduisant à une équation de Riccati [2]. Pour $n=2$, le système (S_3) avait été rencontré déjà par M. Appell [3] et par M. Picard [4]. Toutes les propositions établies par M. Appell pour le système (S_3) *s'étendent à* (S_{n+1}); en particulier, on peut représenter θ_0 à l'aide d'*intégrales définies*, simples et multiples, et à l'aide de *séries* telles que

$$\sum_{m_1=0}^{+\infty}\cdots\sum_{m_n=0}^{+\infty}\frac{(\alpha,m_1+\ldots+m_n)(\beta_1,m_1)\ldots(\beta_n,m_n)}{(\gamma,m_1+\ldots+m_n)(\gamma_1,m_1)\ldots(\gamma_n,m_n)}t_1^{m_1}\ldots t_1^{m_n}.$$

2. J'ai retrouvé ces résultats par une tout autre méthode, basée uniquement sur la considération du groupe G de (E'_n). J'ai démontré ainsi que σ_ν est égal au quotient $\Delta_\nu\Delta_0^{-1}$ de deux déterminants Δ_ν et Δ_0 formés de la façon suivante : soit a_i une quantité indépendante de $t_1\ldots t_n$; posons $e^{2\pi r_i\sqrt{-1}}=s_i$ et

$$A_i^{(j)}=\int_{L_i}x^j\prod_{i=1}^{n+2}(x-t_i)^{-2r_i}\,dx,$$

où L_i représente un chemin fermé, *d'origine* x_0 *fixée une fois pour toutes*,

---

(1) *Journ. für reine und angew. Math.*, Bd. 71, 1870, p. 216; *Cf.* TISSOT, *Journal de Liouville*, 1re série, t. XVII, 1852, p. 177.

(2) Dans ce cas particulier, ce résultat avait été obtenu par M. R. Fuchs (*Math. Ann.*, t. LXIII, p. 319).

(3) *Comptes rendus*, 1880, 1er et 2e semestres; *Journal de Liouville*, 3e série, t. II, 1882, p. 173.

(4) *Ann. Éc. Norm.*, 2e série, t. X, 1881, p. 305.

et décrit autour de t_i $(i = 1, \ldots, n+2)$; les lignes de rang i dans Δ_j et Δ_0 sont respectivement

$$A_i^{(n)} \ldots A_i^{(j+1)},\quad A_i^{(j-1)} \ldots A_i^{(0)},\quad 1 - s_i^{-2},\quad a_i \quad \text{et} \quad A_i^{(n)} \ldots A_i^{(0)},\quad 1 - s_i^{-2},\quad a_i.$$

L'expression $\delta_0 = \Delta_0 \prod_{i=1}^{n+2} \prod_{k=1}^{n+2} {}^{i} (t_i - t_k)^{2r_i + 2r_k - 1}$ satisfait à la même équation que θ_0.

3. Dans son Mémoire (*loc. cit.*, p. 317), M. Richard Fuchs s'était proposé le problème précédent pour $n = 1$. Il est arrivé à cette conclusion : pour que le groupe de (E'_1) soit indépendant de t_1, il faut et il suffit que

$$\int y_1^{-2}\, dx = \int x^{-2r_2}(x-1)^{-2r_3}(x-t_1)^{-2r_1}(x-\lambda_1)\, dx$$

prenne la même valeur pour tout chemin fermé L, abstraction faite d'un facteur constant (indépendant de t_1). Cet énoncé suppose implicitement que y_1^{-2} est uniforme; d'ailleurs, c'est seulement sous cette condition que les formules d'où part M. R. Fuchs sont correctes. Néanmoins, l'application qu'il en fait (*loc. cit.*, p. 320) se trouve exacte. Plus généralement, j'ai démontré ce théorème : *pour que le rapport des valeurs* $\mathfrak{L}_i$ *et* $\mathfrak{L}_j$ *de l'intégrale*

$$\int \psi(x)\, \Pi(x - t_i)^{-2r_i}\, dx, \tag{2}$$

prise le long de deux cycles de cette intégrale soit indépendant des t_i, *il faut et il suffit que* $\lambda_1, \ldots, \lambda_n$ *vérifient le système* (1). En particulier, si $r_k = \frac{1}{4}$, l'intégrale (2) est hyperelliptique et de seconde espèce; $\mathfrak{L}_i$ et $\mathfrak{L}_j$ désignent deux de ses périodes.

CHALEUR. — *Transport de particules de certains métaux sous l'action de la chaleur.* Note [1] de MM. **G. Reboul** et **E. Grégoire de Bollemont**, présentée par M. G. Lippmann.

Au cours de ses expériences sur la conductibilité des gaz chauds, M. Blondlot [2] a constaté qu'en chauffant pendant quelques heures deux

---

[1] Présentée dans la séance du 13 mars 1911.

[2] Blondlot, *Comptes rendus*, t. 102, 1886, p. 210.

électrodes, l'une en platine, l'autre en cuivre, disposées en regard l'une de l'autre, il se produisait sur l'électrode de platine un abondant dépôt noir.

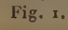
Sur les conseils de M. Blondlot, nous avons essayé de préciser les conditions de ce phénomène. L'appareil de chauffage est un four électrique à résistance, système Guntz ([1]), qui donne facilement une température élevée et rigoureusement constante, indiquée par un couple thermo-électrique.

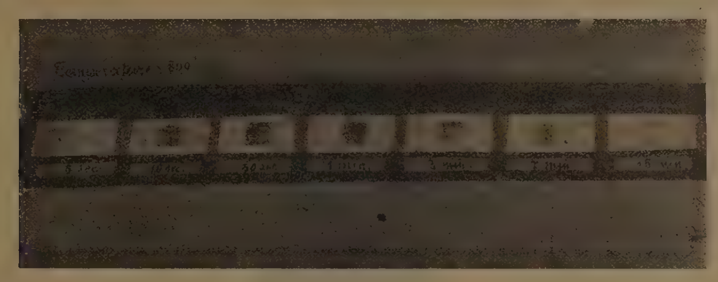
Les lames de platine, de forme carrée d'environ 2^{cm} de côté, et les lames de cuivre sous forme de bandes de $0^{mm},5$ de largeur, sont séparées par de petites cales de mica ou de quartz et introduites dans le four. Après un temps de chauffe déterminé on observe, sur la lame de platine, un dépôt noir constitué en grande partie par de l'oxyde de cuivre. Ce dépôt est partiellement soluble dans l'acide azotique bouillant et complètement soluble dans l'eau régale.

I. *L'abondance du dépôt dépend du temps de chauffe.*

Le dépôt augmente d'abord avec le temps, passe par un maximum, diminue et disparaît.

Le cliché suivant indique un maximum pour une minute, la température étant 800°.


Fig. 1.



Ceci pourrait peut-être s'expliquer par l'existence simultanée d'un transport du cuivre sur le platine et d'une volatilisation du dépôt formé sur ce dernier : quand on chauffe, en l'absence de la lame de cuivre, une lame de platine préalablement recouverte de dépôt, celui-ci disparaît; au contraire, quand on chauffe l'ensemble des deux lames dans une atmosphère confinée (la lame de platine étant close dans une enveloppe de cuivre), l'abondance du dépôt augmente.

([1]) Guntz, *Journal de Chimie physique*, t. I, 1903.

II. *L'abondance du dépôt dépend de la température.* — Le maximum se produit au bout d'un temps de chauffe de plus en plus court, à mesure que la température augmente. Cela montre que le dépôt se forme et disparaît plus vite aux températures élevées.

Au-dessous de 400°, il n'y a aucun dépôt;
A 400°, un maximum vague après 30 minutes de chauffe;
A 500°, un maximum net après 10 à 15 minutes de chauffe;
A 600°, un maximum net après 5 à 10 minutes de chauffe;
A 800°, un maximum net après 1 minute de chauffe;
A 900°, un maximum net après 30 secondes de chauffe.

III. *L'abondance du dépôt dépend de la distance des deux lames.* — L'abondance du dépôt diminue rapidement quand la distance augmente, son maximum se produisant au bout du même temps de chauffe.

Par exemple, à une température de 850°, le dépôt est très net pour la distance de $0^{mm},5$, net pour 1^{mm}, il est vague pour la distance de 2^{mm} et il est nul pour la distance de 3^{mm}.

Les contours de la lame de cuivre étant exactement reproduits sur la lame de platine (à condition que la distance ne soit pas trop grande), il semble que le dépôt soit le résultat d'une *projection*.

Ainsi avec une lame de cuivre en forme de croix et à une distance de 1^{mm} environ, l'aspect de la lame de cuivre est reproduite sur la lame de platine.

Fig. 2.



Température : 850°; pose 30 secondes.

IV. *L'état de la surface semble jouer un rôle prépondérant.* — La façon dont on a nettoyé les lames de platine et de cuivre, la nature même de ces lames, produisent sur l'abondance du dépôt des variations considérables.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Écartement des particules dans les mouvements browniens à l'aide des chocs sonores très rapides.* Note de M. SAMUEL LIFCHITZ, présentée par M. A. Dastre.

La décharge de l'étincelle d'un condensateur provoque des vibrations sonores très rapides.

La période de ces vibrations peut être calculée, si l'on connaît la capacité et la self-induction de la batterie qui se décharge.

Nous avons observé ces oscillations sonores à l'ultramicroscope, en étudiant les changements des mouvements browniens des particules de fumée et des particules de chlorhydrate d'ammonium, qui se produisent sous leur influence.

La fumée était introduite soit dans une petite cuve à faces parallèles de 1^{mm} d'épaisseur, ouverte sur l'un des côtés et placée sur un condensateur paraboloïde ou cardioïde de Zeiss, soit dans la cuve de l'ultramicroscope de Leitz recouverte en partie avec une lamelle.

L'étincelle était produite à une distance variant de 5^{cm} à 30^{cm} de la cuve.

Au moment de la production de l'étincelle, on observe deux phénomènes :

1° Un déplacement en masse de toutes les particules de la fumée et 2° un écartement brusque de ces particules dans des sens les plus différents, de sorte que les positions relatives des unes par rapport aux autres se modifient.

Le premier phénomène peut être obtenu isolément en déplaçant l'éclateur, de telle sorte que les ondes sonores ne puissent pénétrer en ligne droite dans la couche de fumée observée sous le microscope. Nous n'avons alors qu'un déplacement en masse de toutes les particules de fumée, déplacement qui dépend probablement du premier bruit qu'on entend au moment de la décharge. Ce déplacement peut aussi être produit par des phénomènes analogues : coup de pistolet, souffle, déplacement mécanique de l'air, etc.

Quant au second phénomène, il ne peut être obtenu tout à fait seul; mais il peut être mieux mis en évidence en introduisant la fumée dans une petite cuve à *faces très rapprochées*. Cette disposition augmente le frottement de toute la masse d'air.

L'écartement est d'autant plus grand que l'énergie de la décharge est plus grande.

Pour une énergie donnée, avec un même condensateur et une même longueur de l'étincelle, l'écartement est d'autant plus grand que la self-induction est plus petite, c'est-à-dire que la période des oscillations est plus rapide.

Les durées limites de ces oscillations qui produisent le phénomène de l'écartement sont assez étendues.

Dans nos expériences les oscillations variaient de 250000 jusqu'à plusieurs dizaines de millions par seconde.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la constitution de l'étincelle électrique.* Note de M. E. Caudrelier, présentée par M. E. Bouty.

J'ai rendu compte précédemment [1] d'expériences destinées à étudier l'étincelle de décharge des transformateurs. Le but de mes nouvelles recherches a été de déterminer l'influence de l'ionisation initiale de l'air de la coupure.

La méthode employée était celle d'observation par soufflage; on disposait de deux appareils A et B identiques, l'étincelle A étant constamment soufflée avec de l'air puisé dans la salle.

1° Le courant d'air qui étale l'étincelle B traverse au préalable un vase dans lequel brûle un arc au charbon et dont la distance à l'éclateur est aussi réduite que possible pour éviter la recombinaison des ions dans leur trajet jusqu'à l'étincelle.

Dans ces conditions et pour une valeur suffisante du courant, on n'observe aux éclateurs A et B aucune différence appréciable dans l'aspect des étincelles et l'écartement des traits lumineux dans l'une et l'autre est sensiblement le même.

2° Même expérience en remplaçant l'arc par un pulvérisateur destiné à surcharger le courant d'air de vapeur d'eau ou de liquides conducteurs.

3° On a placé au-dessous de l'étincelle B un bec Bunsen dont la flamme écrasée par du papier d'amiante ne peut atteindre les électrodes; de plus le courant d'air avant d'arriver à l'ajutage B traverse des tubes portés au rouge.

Dans les limites de température des expériences (17° et 100°) et quel que soit le courant, les deux étincelles A et B restent sensiblement identiques.

4° Enfin on a étudié l'action directe de la flamme sur l'étincelle et à cet effet on a supprimé le papier d'amiante employé dans l'expérience précédente.

L'influence de la flamme dépend essentiellement du courant qui parcourt le secondaire du transformateur. Pour une longueur d'étincelle donnée, il existe une valeur de l'intensité au-dessus de laquelle l'aspect de l'étincelle n'est pas modifié par une

---

(1) E. Caudrelier, *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 1257; t. 150, 1910, p. 615.

flamme, tandis que pour des courants d'intensité moindre l'action de la flamme est d'augmenter dans une grande proportion le nombre de traits lumineux.

D'après ces expériences, l'état initial d'ionisation de la coupure influe dans certains cas sur la constitution de la décharge des transformateurs; son action est d'ailleurs complexe. Cette constatation confirme la théorie que j'ai établie précédemment [1].

PHYSIQUE. — *Sur le rendement en rayons secondaires des rayons X de qualité différente.* Note [2] de M. **Guilleminot**, présentée par M. Villard.

J'ai montré [3] que les rayons S de l'aluminium donnés par un faisceau de rayons X nº 7-8 très filtré et quasi-monochromatique, ont à peu près le même coefficient de pénétration que les RX primaires, et leur intensité, dans une direction voisine de la normale, du côté de la face d'incidence, est donnée par la formule

$$\Sigma \mathrm{RS} = z \mathrm{I}_0 \frac{1 - \mathrm{K}^{2l}}{2}, \tag{I}$$

dans laquelle I_0 est l'intensité du faisceau X primaire, K son coefficient de pénétration [4], l l'épaisseur de la lame d'aluminium diffusante, et z un coefficient de rendement.

---

(1) E. Caudrelier, *Comptes rendus*, t. 149, p. 519 et 1117.

(2) Présentée dans la séance du 13 mars 1911.

(3) *Comptes rendus*, 6 mars 1911, p. 595.

(4) Au lieu de caractériser un faisceau X monochromatique par son coefficient de pénétration K à travers une épaisseur d'aluminium de 1^{mm}, on peut le définir par λ, épaisseur d'aluminium nécessaire pour réduire son intensité à $\frac{1}{e}$ de sa valeur initiale. Alors la courbe de pénétration du faisceau, au lieu d'être déterminée par la formule $I = I_0 K^l$, répond à la formule $I = I_0 e^{-}$ ordinairement employée, et équivalant à la première quand on pose $K = e^{-\frac{1}{\lambda}}$. La formule du rendement en RS devient alors

$$\Sigma \mathrm{RS} = z \mathrm{I}_0 \frac{1 - e^{-\frac{2l}{\lambda}}}{2}.$$

Comme en pratique on détermine commodément la quantité des rayons X par la mesure de la fraction transmise à travers des filtres d'aluminium de 1^{mm}, 2^{mm}, 3^{mm}, j'ai adopté le premier mode de notation.

Les rayonnements X monochromatiques qui entrent dans la composition des faisceaux donnés par les tubes ont-ils tous le même rendement en RS? L'intensité des RS donnés dans une direction donnée par ces faisceaux complexes répond-elle à une formule dans laquelle chaque composante a le même coefficient de rendement z? Telle est la question qui se pose à présent.

Pour y répondre j'ai considéré une lame diffusante en aluminium, d'épaisseur l telle que le rendement en RS soit pratiquement maximum, c'est-à-dire telle que l'addition de nouvelles lames n'augmente plus d'une façon appréciable l'intensité des RS produits. On se rend compte en effet que quand on augmente indéfiniment l'épaisseur l, le terme K^{2l} de la formule (I) tend vers zéro et ΣRS tend vers la limite $\frac{1}{2} z I_0$. De sorte qu'on peut écrire, en négligeant un facteur distance que nous aurons à considérer dans l'interprétation de certains résultats :

$$\Sigma RS = \frac{1}{2} z I_0, \tag{II}$$

pour $l = \infty$, et pratiquement pour $l = 30^{mm}$.

Cela posé, j'ai essayé, par deux procédés, de savoir si le coefficient z est le même pour tous les rayonnements simples.

A. *Étude des composantes supérieures des faisceaux* X. — Les faisceaux donnés par les tubes à vide tendent, on le sait, à prendre l'allure de monochromatiques si on les filtre par des épaisseurs croissantes d'aluminium. Le coefficient K du faisceau émergent paraît varier de 0,78 à 0,90 pour des faisceaux incidents variant du n° 5 faible au n° 8 de Benoist. J'ai dû limiter à 5^{mm} l'épaisseur du filtre d'aluminium à cause de la grande absorption subie par les faisceaux mous (90 pour 100 pour le n° 5 faible, 70 pour 100 seulement pour le n° 8).

Ce filtre donne des rayons émergents qui sont encore loin d'avoir l'allure de monochromatiques; néanmoins, c'est par eux qu'il était naturel de commencer l'étude si difficile des faisceaux complexes. Pour interpréter les résultats, on doit prendre en considération ce fait qu'il est nécessaire pour obtenir des faisceaux émergents de même intensité, de soumettre le tube à rayons X à des régimes très différents, variant de $0^{mA},5$ (pour du n° 7-8) à 5 et 6 milliampères (pour du n° 4-5). Toutes mes expériences ayant été faites avec le tube Villard à osmo qui, seul, a pu me fournir la souplesse de réglage et la constance de marche nécessaires aux travaux de laboratoire, les lectures pour les grands débits devaient être presque instantanées, et de ce fait n'offraient qu'une sécurité relative. Quoi qu'il en soit, voici quelques-uns des résultats obtenus :

Numéros du faisceau X initial.	K du faisceau X initial.	K du faisceau X filtré.	Intensité des RS correspondant à des faisceaux X d'intensité égale.
7-8	0,660	0,850	0,022
7	0,625	0,830	0,025
6 faible	0,575	0,800	0,019
5 fort	0,535	0,760	0,022
5 faible	0,500	0,740	0,013

Ces résultats montrent que, sauf pour le n° 5 faible, le rendement en RS varie assez peu quand on passe d'une qualité à l'autre. Malgré les causes d'erreur possibles dues aux difficultés expérimentales et au filtrage insuffisant, ils autorisent cependant à prévoir la possibilité du fait que le coefficient z soit commun à tous les faisceaux simples, et à étudier les faisceaux complexes en partant de cette hypothèse.

B. *Étude des faisceaux complexes.* — Des travaux antérieurs m'ont amené à regarder la courbe de transmission d'un faisceau X ordinaire comme la moyenne entre les courbes exponentielles de faisceaux simples ayant un coefficient de pénétration K déterminé. Ainsi le n° 5 de Benoist dont le coefficient K moyen à l'origine est 0,525, a une courbe de transmission qui correspond à peu près à une moyenne entre les dix exponentielles de $K = 0,24$; 0,27; 0,30; 0,37; 0,46; 0,57; 0,67; 0,75; 0,80; 0,82; comme si le spectre de ce faisceau pouvait approximativement être remplacé par dix faisceaux monochromatiques types, pris de place en place, suivant la densité spectrale dans chaque région.

Si chaque composant type possède, au point de vue du rendement en rayons S le même coefficient z, on doit forcément si l'on prend des lames diffusantes d'aluminium de 30^{mm} rendant la formule (II) applicable, avoir, pour des intensités globales I_0 égales, des rendements en rayons secondaires ΣRS égaux.

J'ai donc étudié l'intensité des RS produite par des faisceaux X non préalablement filtrés, d'intensité égale, mais de qualité différente.

Voici les résultats obtenus :

Numéros du faisceau X incident.	K du faisceau X incident.	ΣRS [1].
7-8	0,650 à 0,675	0,128
6	0,600	0,136
5 et 4-5	0,500 à 0,550	0,123
4	0,400 à 0,425	0,084 (?)

[1] Ces fractions sont supérieures à celles du premier Tableau parce que I_0 ici était bien plus considérable par suite de l'absence de filtre.

Si l'on excepte les résultats relatifs au n° 4 pour lesquels le tube tendant à l'aspect Geissler a été plusieurs fois soumis à un courant de 6^{mA}, on voit que le rendement en RS est comparable pour les divers faisceaux.

Conclusion. — Il semble d'après ces expériences que la proportionnalité des RS produits et des doses de RX absorbées par les couches élémentaires d'aluminium s'étende à toutes les qualités de rayons X, et que le coefficient z de la formule (I) est le même pour tous les faisceaux X. On doit cependant faire une réserve pour les rayons très mous qui n'ont pu être étudiés avec assez de précision.

CHIMIE PHOTOGRAPHIQUE. — *Différentiation par voie de développement chimique des images latentes obtenues au moyen des émulsions au chlorure et au bromure d'argent.* Note de MM. **A.** et **L. Lumière** et **A. Seyewetz**, présentée par M. A. Haller.

On sait que le gélatinochlorure d'argent est plus facilement réductible par les révélateurs que le gélatinobromure d'argent, mais on ne connaissait pas jusqu'ici de formules de révélateurs permettant de développer l'impression latente des émulsions au glatinochlorure d'argent sans agir d'une façon appréciable sur celles au gélatinobromure.

Nous avons reconnu la possibilité de différencier très nettement ces deux actions latentes au moyen de la *quinone sulfonate de sodium*

$$C^6H^3\begin{cases} O^{(1)} \\ O^{(4)} \\ SO^3Na \end{cases}$$

Cette substance n'a pas par elle-même de propriétés réductrices, puisque c'est, au contraire, un oxydant énergique, mais elle acquiert ces propriétés quand on additionne sa solution de sulfite de soude.

La solution aqueuse de quinone sulfonique qui a primitivement une couleur jaune, rougeâtre, vire au brun puis au rouge par addition de sulfite de soude.

Le mélange suivant :

Eau	1000^{cm^3}
Quinone sulfonate de sodium	10^g
Sulfite de soude anhydre	50^g

permet de développer en quelques minutes une image latente obtenue après exposition normale d'une émulsion au gélatinochlorure et ne fait apparaître aucune trace d'image après une demi-heure avec le gélatinobromure d'argent même fortement surexposé.

Le *gélatinochlorobromure d'argent* donne un résultat intermédiaire entre le gélatinobromure et le gélatinochlorure d'argent. Il y a en effet réduction par le révélateur, mais le noircissement qui en résulte est beaucoup plus faible qu'avec le gélatinochlorure seul.

Nous avons reconnu que ce caractère permet non seulement de différencier facilement l'une de l'autre deux émulsions au gélatinobromure et au gélatinochlorure d'argent, mais de déceler la présence du chlorure même en assez petites quantités en présence du bromure, dans une émulsion au chlorobromure. Le révélateur quinonique est sans action sur le gélatinoiodure d'argent et la présence de l'iodure ne nuit pas à la caractérisation du chlorure dans une émulsion renfermant les trois halosels d'argent.

La *quinone non sulfonée* dissoute dans le sulfite de soude ne se comporte pas du tout comme son dérivé sulfonique et développe les impressions latentes du gélatinobromure presque aussi rapidement que celles du gélatinochlorure.

L'action réductrice qu'exerce la quinone sulfonique en présence du sulfite de soude sur le gélatinochlorure ne peut être due, comme nous l'avons vu, à la fonction quinone, mais vraisemblablement à un produit de transformation de la quinone sulfonique sous l'action du sulfite de soude et de l'eau.

Nous n'avons pas encore pu identifier jusqu'ici le produit qui possède ces curieuses propriétés développatrices.

On pourrait supposer *a priori* qu'il se forme de l'*hydroquinone sulfonate de sodium*, puisque la quinone sulfonate de sodium se transforme en hydroquinone correspondante par l'action de l'acide sulfureux, mais l'hydroquinone sulfonate de sodium en solution dans le sulfite de soude seul ne développe pas les images au gélatinochlorure d'argent (1).

Nous avons recherché si d'autres substances réductrices, employées dans des conditions convenables, permettent de développer les émulsions au

---

(1) L'hypothèse la plus vraisemblable pour expliquer ce phénomène est la formation d'*oxhydroquinone-sulfonate de sodium* $C^6H^2\begin{cases} OH^{(1)} \\ OH^{(2)} \\ OH^{(4)} \\ SO^3Na \end{cases}$ par simple fixation des

gélatinochlorure d'argent sans agir pratiquement sur les émulsions au gélatinobromure.

Nous nous sommes adressés d'abord aux polyphénols et aux polyamines doués de propriétés réductrices, mais ne renfermant pas la fonction développatrice. En utilisant ces substances dans des conditions d'alcalinité variable, aucune d'elles ne nous a permis de développer les impressions latentes du gélatinochlorure d'argent.

Nous avons expérimenté d'autre part les substances renfermant la fonction développatrice en paralysant plus ou moins leur action réductrice par addition de quantités variables de bisulfite de soude ou d'acides minéraux ou organiques, à leurs solutions dans le sulfite de soude.

Dans ces conditions, nous avons reconnu qu'aucune substance révélatrice renfermant un ou plusieurs amidogènes ne permet de différencier par développement le gélatinochlorure du gélatinobromure d'argent.

Lorsqu'on arrive à paralyser suffisamment l'action réductrice de ces substances pour empêcher le développement des impressions obtenues avec le gélatinobromure d'argent, on n'obtient plus pratiquement le développement du gélatinochlorure d'argent.

Par contre, les révélateurs dont la fonction développatrice est uniquement constituée par des groupes oxhydriles, tels que l'*hydroquinone*, l'*acide pyrogallique*, la *pyrocatéchine*, donnent des résultats qui se rapprochent d'autant plus de ceux qu'on obtient avec la quinone sulfonique, qu'ils renferment un plus grand nombre de groupes oxhydriles.

Seul l'*acide pyrogallique* en présence du sulfite et du bisulfite de soude, nous a permis de constituer un révélateur qui différencie nettement le gélatinobromure du gélatinochlorure d'argent, mais la différenciation est moins complète qu'avec la quinone sulfonique.

éléments de l'eau d'après l'équation suivante :

$$C^6H^3\begin{cases}O\\ | \\ O\\ SO^3Na\end{cases} + H^2O = C^6H^2\begin{cases}OH\\ OH\\ OH\\ SO^3Na\end{cases}$$

le sulfite de soude agirait donc seulement comme alcalin faible et faciliterait la fixation des éléments de l'eau. D'autres alcalins faibles comme l'acétate de soude ne nous ont pas donné le même résultat que le sulfite de soude.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les systèmes monovariants qui admettent une phase gazeuse.* Note de MM. **G. Urbain** et **C. Scal**, présentée par M. A. Haller.

MM. Ramsay et Young [1] ont montré que le rapport $\frac{T_1}{T_2}$ des températures absolues d'ébullition de deux liquides est approximativement constant. Si A désigne une constante,

$$\frac{T_1}{T_2} = A. \tag{1}$$

D'autre part, si l'on appelle q_{T_1} et q_{T_2} les chaleurs de vaporisation à pression constante de chacun des liquides, on a sensiblement

$$\frac{q_{T_1}}{T_1} = \frac{q_{T_2}}{T_2}. \tag{2}$$

Cette dernière relation, connue sous le nom de *loi de Trouton*, a été étendue par M. Le Chatelier (*Comptes rendus*, t. 104, 1887, p. 356), M. Matignon (*Comptes rendus*, t. 128, 1899, p. 103), M. de Forcrand (*Comptes rendus*, t. 132, 1901, p. 879) aux systèmes chimiques monovariants qui admettent une phase gazeuse.

M. Bouzat a enfin montré (*Annales de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. IV, février 1905) que les relations (1) et (2) étaient équivalentes au point de vue thermo-dynamique. Ces deux lois ont donc le même caractère de lois approchées.

Si l'on pose, en désignant par Q la chaleur de réaction à volume contants,

$$Q_{T_1} = (Q_0)_1 + F_1 T + a_1 T^2 + \ldots,$$
$$Q_{T_2} = (Q_0)_2 + F_2 T + a_2 T^2 + \ldots,$$

et qu'on remplace ces valeurs dans l'équation d'équilibre

$$\frac{d\,\mathrm{Ln}\,p}{dT} = \frac{Q_T}{RT^2} + \frac{1}{T},$$

qui implique que la phase gazeuse est un gaz parfait et que le volume de la phase solide (ou liquide) est négligeable vis-à-vis de la phase gazeuse, on

(1) *Phil. Mag.*, 5e série, t. XX, p. 515; t. XXI, p. 33, 135, et t. XXII, p. 32; *Z. ph. Ch.*, t. I, 1887, p. 249. — S. Young, *Phil. Mag.*, 5e série, t. XXXIV, 1892, p. 510.

obtient, après intégration, des expressions qui donnent $L_n p_1$ et $L_n p_2$ en fonction des coefficients thermiques et de la température.

Si l'on généralise la manière de voir de M. Bouzat, on peut poser, en désignant par ϖ_1, ϖ_2, θ_1 et θ_2 des constantes,

$$p_1 = \varpi_1 \varphi, \qquad T_1 = \theta_1 \tau,$$
$$p_2 = \varpi_2 \varphi, \qquad T_2 = \theta_2 \tau;$$

En substituant les nouvelles variables dans les valeurs de $L_n p_1$ et $L_n p_2$ et en combinant les deux équations de manière à rassembler dans un même membre les termes constants, on obtient

$$\frac{1}{R\tau}\left[\frac{(Q_0)_2}{\theta_2} - \frac{(Q_0)_1}{\theta_1}\right] + L_n \tau \left(\frac{F_1 - F_2}{R}\right) + \frac{\tau}{R}(a_1\theta_1 - a_2\theta_2) = \text{const.}$$

Cette équation devant se vérifier quel que soit τ, il en résulte

(I) $\frac{(Q_0)_2}{\theta_2} - \frac{(Q_0)_1}{\theta_1} = 0$ ou ce qui revient au même $\frac{(Q_0)_1}{T_1} = \frac{(Q_0)_2}{T_2}$,

(II) $F_1 - F_2 = 0$,

(III) $a_1\theta_1 - a_2\theta_2 = 0$ ou ce qui revient au même $a_1 T_1 = a_2 T_2$,

. . . .

Telles sont les conditions, et il y en a autant que de coefficients thermiques à considérer, pour que la loi de Trouton soit rigoureusement applicable. M. Sv. Arrhenius a récemment émis la même opinion, à laquelle il est arrivé par une voie différente, dans la conférence qu'il a faite à la Sorbonne le 13 mars dernier.

En général, ces conditions ne seront pas satisfaites simultanément.

Si la chaleur de réaction à volume constant ne varie pas avec la température, on a, en désignant par B_1 et B_2 les constantes d'intégration,

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{B_1}{B_2}.$$

Si la chaleur de réaction à pression constante ne varie pas avec la température, la loi de Trouton exige que les constantes d'intégration soient égales

$$B_1 = B_2.$$

Ce résultat mérite d'être rapproché de l'approximation que fait M. Nernst lorsqu'il admet que les constantes d'intégration qu'il a appelées les *constantes chimiques* ont sensiblement la même valeur (*Journal de Ch. phys.*, t. VIII, 5 juin 1910). La condition (II) paraît être constamment vérifiée.

M. Nernst l'a déduite de la théorie des états correspondants et de la théorie cinétique des gaz.

En admettant que F_1 et F_2 soient peu différents, on a sensiblement

$$\log\frac{T_1}{T_2} = \frac{2R}{F_1+F_2+2R}\log\frac{B_1}{B_2} + \frac{1}{T_1}\left[1-\frac{T_1}{T_2}\frac{(Q_0)_2}{(Q_0)_1}\right]\frac{2(Q_0)_1}{F_1+F_2+2R}\log e$$
$$+ T_1\left(1-\frac{T_2 a_2}{T_1 a_1}\right)\frac{2a_1}{F_1+F_2+2R}\log e;$$

mais $\frac{T_1}{T_2}$ variant très peu, l'équation précédente peut être mise, en désignant par A, α et β trois constantes, sous la forme

$$\operatorname{Log}\frac{T_1}{T_2} = A + \frac{\alpha}{T_1} + \beta T_1.$$

L'accord entre les températures calculées par cette formule et l'observation est très satisfaisant :

Système (1) : $NH^4Br.NH^3$ (Troost)
Système (2) : $NH^4Cl.3NH^3$ (Troost)

$$\log\frac{T_1}{T_2} = -1{,}6043 + \frac{227{,}670}{T_1} + 0{,}00293017\,T_1.$$

T_1	270,5	275,2	282,5	292,6	294,8	298,6	300,3	303,2
$\frac{T_1}{T_2}$ Obs.	1,070	1,070	1,072	1,074	1,076	1,079	1,081	1,084
$\frac{T_1}{T_2}$ Calc.	1,071	1,070	1,070	1,074	1,076	1,079	1,081	1,084

Système (1) : $ZnCl^2.4NH^3$ (Isambert)
Système (2) : $NH^4Cl.3NH^3$ (Troost)

$$\log\frac{T_1}{T_2} = -0{,}91904 + \frac{181{,}379}{T_1} + 0{,}0015187\,T_1.$$

T_1	341,5	347,5	352,6	356,9	360,7	364,2	370,2	375,3	379,3	382,6
$\frac{T_1}{T_2}$ Obs.	1,351	1,352	1,353	1,354	1,355	1,356	1,358	1,362	1,365	1,368
$\frac{T_1}{T_2}$ Calc.	1,351	1,351	1,352	1,353	1,354	1,355	1,359	1,362	1,365	1,368

Système (1) : $CaCl^2.4NH^3$ (Isambert)
Système (2) : $NH^4Cl.3NH^3$ (Troost)

$$\log\frac{T_1}{T_2} = -2{,}87944 + \frac{462{,}979}{T_1} + 0{,}0046890\,T_1.$$

T_1	298,5	303,3	307,1	310,2	313,2	315,8	318,4	320,9	323,1	325,4
$\frac{T_1}{T_2}$ Obs.	1,180	1,179	1,178	1,177	1,177	1,176	1,177	1,177	1,179	1,182
$\frac{T_1}{T_2}$ Calc.	1,186	1,182	1,178	1,177	1,176	1,176	1,177	1,177	1,179	1,181

Système (1) : $MgCl^2.6NH^3$ (Isambert)
Système (2) : $NH^4Cl.3NH^3$ (Troost)

$$\log\frac{T_1}{T_2} = -2{,}27799 + \frac{513{,}071}{T_1} + 0{,}0029646\,T_1.$$

T_1	399,0	403,5	411,3	417,8	425,5	428,2	432,5	434,3
$\frac{T_1}{T_2}$ Obs.	1,551	1,548	1,545	1,544	1,546	1,548	1,551	1,553
$\frac{T_1}{T_2}$ Calc.	1,551	1,548	1,545	1,544	1,546	1,548	1,551	1,552

Système (1) : $NH^4Cl.3NH^3$ (Troost)
Système (2) : H^2O (vaporisat.) (Regnault)

$$\log\frac{T_1}{T_2} = 0,83318 - \frac{117,674}{T_1} - 0,002008\,T_1.$$

T_1	252,8	263,6	268,5	272,5	276,7	277,8	279,6	280,3
$\frac{T_1}{T_2}$ Obs.	0,7246	0,7192	0,7170	0,7152	0,7122	0,7109	0,7077	0,7060
$\frac{T_1}{T_2}$ Calc.	0,7246	0,7202	0,7174	0,7148	0,7117	0,7109	0,7094	0,7088

Les calculs précédents ont été effectués à l'aide des nombres qui figurent dans le Mémoire de M. Bouzat.

En définitive, il résulte de ce qui précède que trois mesures suffisent pour connaître la pression d'un système monovariant admettant une phase gazeuse, à une température quelconque.

BOTANIQUE. — *Sur le genre* Planchonella, *ses affinités et sa répartition géographique.* Note de M. **Marcel Dubard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une précédente Note [1] j'ai montré quels sont les caractères fournis par la disposition de l'ovule et par la structure de la graine qui dominent la classification des Sidéroxylées et j'ai défini, au moyen de ceux-ci, quelques genres principaux servant en quelque sorte de pivots dans l'étude de ce groupe.

L'un des plus importants est sans aucun doute le genre *Planchonella;* ce sont ses caractères, ses subdivisions, ses affinités et sa répartition géographique que nous nous proposons de préciser aujourd'hui.

Les *Planchonella* sont définis : 1° par l'anatropie faible ou nulle de l'ovule, qui donne naissance à une graine pourvue d'une cicatrice latérale allongée, joignant le hile et le micropyle placés à peu près aux deux pôles opposés ; 2° par un embryon à caudicule saillante, cotylédons généralement foliacés, entourés le plus souvent d'un albumen abondant.

Les feuilles portent le plus souvent des costules espacées, assez saillantes, reliées entre elles par des nervures plus fines, en partie transversales par rapport à elles, descendant en partie vers la nervure médiane.

Les fleurs sont pentamères dans toutes leurs parties. Le tube de la corolle est généralement plus court que les lobes et porte à sa gorge des staminodes alternipétales, étroits, oblongs, parfois filiformes, parfois écailleux et très réduits, et des étamines

---

(1) Marcel Dubard, *Remarques sur la classification des Sidéroxylées* (*Comptes rendus*, 13 février 1911).

extrorses, épipétales. Plus rarement, le tube corollaire se développe davantage et, dans ce cas, le verticille staminal s'insère notablement au-dessous des staminodes, quelquefois vers le milieu du tube.

L'ovaire est à cinq loges, dans chacune desquelles l'ovule s'insère vers le sommet de l'axe; il est muni d'un disque en coussin ou en cupule, portant généralement de longs poils hispides, libre ou adné, plus ou moins facile à distinguer. Le fruit est une baie à péricarpe mince.

Le groupe d'espèces le plus important (section *Burckïiplanchonella*) comprend des formes à feuilles plutôt coriaces, chez lesquelles les costules sont assez accentuées, avec une nervation intermédiaire transverso-descendante, d'un relief bien accusé. Le tube de la corolle y est court et les différentes pièces de l'androcée sont insérées à sa gorge; le disque est cupuliforme, bien apparent, très velu; le style est court; la graine possède un albumen abondant. Cette section est représentée en Nouvelle-Calédonie et sur la côte orientale de l'Australie par des espèces variées; vers le Nord, elle s'étend sur la Nouvelle-Guinée, les Moluques, les Célèbes, Bornéo, les Indes néerlandaises et, par la presqu'île de Malacca, s'avance jusqu'au Siam et en Indo-Chine, mais avec une uniformité plus grande, car la plupart des formes décrites dans ces régions peuvent se ramener à une espèce linnéenne très polymorphe que je nomme *Pl. polymorpha*.

Au voisinage immédiat de cette section se place une forme néo-calédonienne (section *Egassia*), qui se distingue par des ovules semi-anatropes, insérés vers le milieu des loges; la cicatrice de la graine est par suite beaucoup plus courte et n'atteint guère que la moitié de la hauteur de celle-ci; c'est une transition vers les *Sideroxylon*, où la cicatrice est complètement basilaire. Dans ce type, le tube de la corolle est aussi beaucoup plus développé et porte les étamines vers son milieu, disposition qui s'accuse dans la section *Hormogyne*.

La section *Hillebrandiplanchonella* (Nouvelle-Calédonie, Nouvelle-Zélande, îles Sandwich) se distingue de la première surtout par la nervation de la feuille; les costules y sont très rapprochées, assez saillantes et les nervures intermédiaires sont descendantes comme chez les *Payena*. Ce caractère rappelle le genre américain *Micropholis*, qui est extrêmement voisin des *Planchonella* et forme le trait d'union naturel entre ce dernier genre et les autres Sidéroxylées américaines.

C'est encore en Nouvelle-Calédonie que se rencontre toute une série de formes voisines des *Burckiiplanchonella*, mais avec des feuilles rapprochées vers l'extrémité des rameaux, coriaces, à nervation très peu saillante, des fleurs très petites, longuement pédicellées, isolées ou par petits groupes à l'aisselle des feuilles (section *Myrsiniluma*).

Les *Hookeriplanchonella* forment une section d'importance à peu près égale à la première, mais dont le centre de développement est plus septen-

trional et s'étend depuis les Indes orientales jusqu'aux Philippines, à travers l'Indo-Chine. Les représentants de ce groupe se raréfient au contraire vers le Sud, en acquérant des caractères aberrants qui les font converger vers les *Hormogyne*.

Dans ce groupe la nervation de la feuille est moins accentuée que dans la première section, mais n'en diffère pas essentiellement; le tube de la corolle est à peu près de la longueur des lobes et porte à sa gorge tous les éléments de l'androcée. Le style est très long, exsert, le disque non apparent.

Dans la section *Hormogyne* (Australie occidentale) le développement du tube de la corolle et la brièveté relative des lobes s'exagèrent; les étamines s'insèrent notablement plus bas que les staminodes, parfois même vers le milieu du tube. Chez *H. cotinifolia*, l'ovaire est entouré d'un disque élevé, cupulaire, libre, d'aspect très particulier; chez les autres espèces cet organe paraît adné.

Les *Poissonnella* se rangent à côté des *Hormogyne*: c'est un groupe calédonien à feuilles très étroites, coriaces, de nervation peu distincte; les fleurs, de grosse taille, sont isolées à l'aisselle des feuilles. La disposition du tube de la corolle et des étamines rappelle la section précédente.

Dans toute une série de formes, les costules très saillantes, d'un parallélisme frappant, sont reliées par des nervures exclusivement transversales, le tube de la corolle est plutôt court et porte des staminodes très réduits; le style est court et le disque de même aspect que chez les *Burckiiplanchonella*. L'albumen est réduit à une mince couche et la cicatrice de la graine, le plus souvent oblongue, peut devenir très large, à la façon des *Lucuma*.

C'est la section *Pierriplanchonella* dont le centre de développement correspond à la Nouvelle-Calédonie et envoie des ramifications par la Nouvelle-Guinée, les Moluques, Bornéo, jusqu'à Malacca et en Indo-Chine.

Ces formes nous conduisent aux *Boerlagella*, section assez mal connue qu'on pourrait peut-être rattacher à la précédente et que caractérise surtout le manque total d'albumen (Java, Sumatra, Célèbes.)

En résumé : 1° Le genre *Planchonella* forme un ensemble très important, dont l'unité est manifeste, malgré des variations assez larges dans les caractères, bien distinct des *Sideroxylon*, avec lesquels on l'a confondu à tort;

2° Les formes qui le constituent peuvent, d'après nos connaissances actuelles, se ramener à 9 sections, présentant souvent des transitions ménagées;

3° Le genre se rattache au groupe des Sidéroxylées américaines par ses sections *Pierriplanchonella* et *Boerlagella* et par l'intermédiaire du genre américain *Micropholis*, aux *Sideroxylon* par sa section *Egassia;*

4° Il est représenté depuis les Indes orientales jusqu'en Nouvelle-Zélande et c'est dans la région australo-néo-calédonienne qu'on observe la plus grande variété parmi ses représentants.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le pouvoir électif des cellules végétales vis-à-vis du dextrose et du lévulose.* Note de M. L. LINDET, présentée par M. Schlœsing père.

J'ai montré, dans une étude précédente (*Ann. agr.*, 1900, p. 103) que les cellules des limbes et des pétioles de betteraves, en contact incessant avec les deux sucres qui constituent le sucre inverti, absorbent de préférence le dextrose quand la plante se trouve dans des conditions où elle respire largement, et le lévulose au contraire quand elle semble appelée à former des tissus cellulosiques. C'est à des conclusions semblables que j'ai été amené en étudiant, au même point de vue, les cellules de levure, les embryons en germination et les champignons aérobies.

I. Quand on nourrit avec un même sucre (lévulose ou dextrose ou sucre inverti), des levures élevées simultanément soit sur dextrose, soit sur lévulose, on constate que la levure de dextrose possède à la fois une énergie zymasique et une énergie reproductrice supérieures à celles que présente la levure de lévulose, c'est-à-dire fait disparaître, dans le même temps, plus de sucre, et, dans le même temps, se reproduit davantage.

Mais si, au lieu de nourrir avec un même sucre des levures d'origine différente, on ensemence, d'une même quantité de levure, des bouillons, sucrés d'une part avec du dextrose, d'autre part avec le même poids de lévulose, on constate que la consommation des deux sucres est, au bout du même temps, sensiblement égale (rapport moyen 1,03), et qu'en outre, le poids de levure formée est légèrement supérieur avec la solution de lévulose (dans le rapport moyen de 1,2 à 1,0). Or il est évident que, dans les deux cas, la levure consomme pour se reproduire une quantité de sucre proportionnelle à son poids, et si, dans le cas du lévulose, il y a plus de sucre consacré à la reproduction, c'est que, dans le cas du dextrose, il y a plus de sucre consacré à la respiration de la levure, et à la transformation en alcool et acide carbonique; la levure dédouble et brûle donc plus aisément le dextrose que le lévulose; nous avons montré ci-dessus en effet que la levure prend au contact du dextrose une énergie zymasique plus grande.

Mais nous avons signalé également la supériorité qu'elle acquiert au

contact du dextrose au point de vue de sa reproduction. Or nous constatons, dans cette seconde série d'expériences, qu'au contraire le dextrose fournit, dans le même temps, moins de levure que le lévulose. Cette seconde série d'expériences est d'ailleurs contrôlée par une troisième, qui a consisté à faire végéter comparativement la levure soit sur les deux sucres séparés ou mélangés en parties inégales : le poids de levure formée a été d'autant plus faible que la teneur du mélange en dextrose était plus petite.

Pour expliquer cette contradiction apparente, j'ai reconnu par des expériences et des calculs qui prendront place dans le Mémoire [1] que chez la levure de dextrose, la prédominance de la fonction zymasique sur la fonction reproductrice est telle qu'elle ne laisse pas à la levure le temps de se reproduire ; elle dédouble le sucre mis à sa disposition si vite qu'il ne lui en reste pas assez pour élaborer autant de cellules qu'elle serait susceptible de le faire ; la prédominance de l'une des fonctions sur l'autre existe, mais à un moindre degré, pour la levure végétant sur lévulose, et celle-ci a le temps de se reproduire davantage.

Si, dans la deuxième série d'expériences, les deux fermentations sont parallèles, c'est qu'il se forme un équilibre ; la fermentation dextrose se ralentit, du fait que la levure prolifère peu, alors que la fermentation lévulose est activée par la surproduction relative de levure.

Nous conclurons que la levure qui peut végéter sur l'un et l'autre sucre, reproduit plus volontiers sur lévulose, dédouble et brûle plus volontiers le dextrose. C'est à ce double phénomène qu'il convient de rattacher les expériences de Dubrunfaut, de M. Bourquelot, de MM. Gayon et Dubourg, qui ont opéré, non plus sur des sucres isolés, mais sur le sucre inverti ; là, le pouvoir électif vis-à-vis du dextrose est très marqué, parce que la levure se trouve en face des deux sucres qui correspondent à ses deux fonctions.

II. L'étude végétative des embryons d'orge et de haricot sur des lits de coton, imbibés de liquide Raulin, confirme ces premiers résultats. Si le liquide est sucré au sucre inverti, on reconnaît, par l'analyse du sucre restant, que les germes ont fait disparaître plus de dextrose que de lévulose, dans le rapport moyen de 1,7 à 1,0 ; — et s'il est sucré au lévulose d'une part, et au dextrose d'autre part, on constate que, pour le même poids de sucre disparu, le poids de tigelles et de radicelles développées pour le premier cas est plus considérable que pour le second, dans le rapport moyen de 2,0 à 1,0. — Les cellules de germes consomment donc plus de dextrose, mais en profitent

---

(1) *Ann. de l'Inst. nat. agronomique*, 1911.

moins, puisqu'elles donnent à son contact une plus faible quantité de tissus cellulosiques; elles l'utilisent à leur respiration.

III. Les résultats obtenus avec les champignons aérobies (*Aspergillus niger*, *Penicillium glaucum*, *leuconostocs*) conduisent aux mêmes conclusions. Cultivés sur liquide Raulin, sucré au sucre inverti, ils consomment au début les deux sucres en quantités sensiblement égales; puis, au fur et à mesure que le champignon couvre la surface, et que la fonction aérobie devient prédominante, le dextrose disparaît plus rapidement, dans un rapport qui atteint jusqu'à 2,5 pour 1,0. — D'autre part, cultivés séparément sur dextrose et sur lévulose, ils donnent, pour le même poids de sucre disparu, une récolte de champignons plus grande sur lévulose que sur dextrose, dans le rapport moyen de 1,6 à 1,0. — Si l'on mélange les deux sucres en quantités inégales, la récolte est d'autant plus forte que la teneur du mélange en lévulose est plus élevée. — La température et l'aération n'influent pas sur le phénomène; les deux fonctions se font parallèlement, mais avec des vitesses inégales. — On peut donc conclure encore que la fonction reproductrice du champignon choisit de préférence le lévulose, et la fonction respiratoire, le dextrose.

IV. Ces nouveaux faits confirment les résultats que j'ai obtenus avec les feuilles de betteraves; des deux sucres constituant le sucre inverti, l'un, le lévulose, semble présider plus spécialement à la formation des tissus; l'autre, le dextrose, plus décomposable est plus facilement dédoublé par la fermentation ou brûlé par la respiration.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Conservation des matières salines chez une plante annuelle; répartition de la matière sèche, des cendres totales et de l'azote.* Note (¹) de M. G. André, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai montré récemment (*Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 1378), en prenant l'œillette comme exemple de plante annuelle à croissance rapide, que ce végétal conservait jusqu'au terme de son existence la totalité des matières salines qu'il avait accumulées pendant la durée de son évolution. L'expérience que j'ai décrite ne prouve pas qu'il ne puisse y avoir, chez certaines plantes parvenues au terme de leur végétation, un retour vers le sol de quelques-unes des substances solubles que ces plantes avaient emmagasinées

(¹) Présentée dans la séance du 13 mars 1911.

jusqu'à leur floraison. On pourrait même admettre, dans le cas actuel, que ce retour se serait produit d'une façon partielle, mais qu'il aurait été compensé, entre la floraison et la maturité complète, par une absorption de matières fixes; quoi qu'il en soit, il reste à compléter les données que j'ai fournies dans ma dernière Note et qui se rapportaient seulement à la plante totale. Je présenterai aujourd'hui les variations successives des poids de la matière sèche, des cendres totales et de l'azote aux diverses périodes de l'évolution du végétal. Les chiffres du Tableau ci-dessous se rapportent à 100 plantes séchées à 110° : I, échantillon pris le 13 juin 1910; II, le 28 juin, formation des boutons floraux; III, le 13 juillet, floraison; IV, le 9 août, fruits presque mûrs; V, le 23 août, maturité complète.

	Poids de la matière sèche.	Cendres totales.	Azote dans 100 organes secs.	Azote dans 100 p. de matière sèche.	Poids de la matière sèche.	Cendres totales.	Azote dans 100 organes secs.	Azote dans 100 p. de matière sèche.
	Racines.				*Feuilles.*			
I...	32g,85	5g,8210	1g,0019	3,05	287g,55	66g,7524	14g,9394	5,19
II...	193,12	22,0359	3,3796	1,75	791,25	169,7263	29,6718	3,75
III.	416,00	40,2688	4,7424	1,14	1134,84	301,3000	36,6553	3,23
IV.	545,16	40,1782	3,7070	0,68	1367,28	436,4357	31,9943	2,34
V..	655,40	51,7110	5,6366	0,86	1269,85	413,0822	28,5716	2,25
	Tiges.				*Fruits.*			
I...	57,85	14,1096	1,6892	2,92	»	»	»	»
II...	698,43	90,6562	12,5717	1,80	»	»	»	»
III.	1787,20	173,3584	20,7315	1,16	343,88	29,1954	11,4512	3,33
IV.	2385,20	170,3032	21,2282	0,89	1922,84	153,6349	61,3385	3,19
V..	2947,30	229,8894	26,5257	0,90	2180,80	193,0008	65,8601	3,02

De ce Tableau nous tirerons les conclusions suivantes :

I. *Le poids absolu de la matière sèche* de tous les organes va sans cesse en croissant; seul, celui des feuilles présente une légère diminution à la dernière prise d'échantillon, ce que l'on peut mettre sur le compte, soit d'une perte respiratoire, soit de la chute de quelques-uns de ces organes. Toutefois, j'incline à croire que, dans le cas présent, la diminution de la matière sèche est due en grande partie à une perte respiratoire, puisque le taux pour cent des cendres s'est élevé de 31,92 (4e prise) à 32,53 (5e prise). Si ce taux, au lieu de s'accroître, avait diminué, on pourrait supposer que la perte de ma-

tière sèche aurait été accompagnée d'une perte de substance fixe imputable au lavage des feuilles par l'eau de pluie. Or ceci n'a pas eu lieu.

Le poids absolu des cendres totales augmente régulièrement, comme celui de la matière sèche, dans tous les organes, sauf dans les feuilles, où il présente une faible diminution à la dernière prise d'échantillon, soit environ 5 pour 100. A l'époque précise où cette perte s'est produite, on peut admettre que les feuilles ont encore abandonné aux fruits une certaine quantité de matière fixe qu'elles avaient jusque-là accumulée dans de grandes proportions, notamment entre le 13 juillet et le 9 août, c'est-à-dire pendant la période la plus active de la fructification.

II. Si l'on suit le mouvement de *l'azote total* dans les racines, on remarque que le poids absolu de cet élément augmente d'abord jusqu'au 13 juillet, puis diminue entre le 13 juillet et le 9 août, l'azote étant appelé vers les tiges et les organes floraux. Le 23 août, cet azote a subi une nouvelle augmentation et présente alors le poids maximum; ceci prouve que la plante a continué à absorber dans le sol certains composés azotés et les a accumulés à une époque où la fructification était presque terminée.

Le poids *relatif* de l'azote, c'est-à-dire le poids rapporté à 100 parties de matière sèche, va sans cesse en diminuant; il se relève au 23 août en raison même de cette nouvelle ascension de l'azote du sol dans la plante.

Dans *les tiges*, l'azote croît en proportion absolue depuis le début jusqu'à la fin de la végétation. Ces organes sont, assez généralement, le réservoir où s'accumulent l'azote d'abord, sous forme de nitrates, ainsi que la plupart des matières salines dont la majeure partie passe dans les feuilles pour y être élaborée, mais dont le surplus demeure dans la tige. Cependant le poids *relatif* de cet azote va sans cesse en diminuant : l'augmentation des principes hydrocarbonés étant plus rapide que celle des principes albuminoïdes.

La tige renferme fréquemment, comme l'on sait, des quantités considérables de nitrates dont l'utilité paraît contestable. Je rappellerai que MM. Berthelot et G. André [1] ont observé une accumulation énorme de nitrate de potassium dans la tige de la bourrache et dans celle de diverses amarantes. Le maximum relatif et absolu du poids de ce nitrate se rencontre toujours dans la tige au moment de la floraison; souvent même, ce maximum persiste encore à la fin de la végétation. Le rapport centésimal du

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. VIII, 1886, p. 5.

potassium du nitrate au potasium de la plante totale est maximum au moment de la floraison.

Dans les *feuilles* de l'œillette, le poids *absolu* de l'azote augmente jusqu'au 13 juillet (floraison), puis diminue jusqu'à la fin de la végétation. La migration de cet élément coïncide précisément avec le début de la fructification. Le poids *relatif* de l'azote des feuilles diminue d'une façon régulière, comme il arrive chez les tiges et pour une raison analogue.

Dans les *fruits*, le poids absolu de l'azote, ainsi qu'il fallait s'y attendre, augmente très rapidement, tant que dure la maturation (13 juillet au 9 août). Cette augmentation est peu sensible dans la suite. Elle répond vraisemblablement à la quantité d'azote nécessaire à la maturation de quelques fruits plus tardifs. Le poids *relatif* de l'azote varie peu depuis le début de la fructification jusqu'à la fin.

Les phénomènes de migration que présente l'acide phosphorique sont plus réguliers que ceux que présente l'azote; quant aux variations de la potasse, elles sont très sensiblement parallèles à celles de cette dernière substance.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le mode d'action des soufres utilisés pour combattre l'oïdium.* Note de M. **Marcille**, présentée par M. L. Maquenne.

La manière dont le soufre agit comme anticryptogamique n'a jamais été bien élucidée; on en a donné comme raisons sa volatilité relative, sa transformation possible en acides sulfhydrique ou sulfureux, même en oxydes de soufre particuliers, mais les expériences entreprises pour confirmer ces hypothèses sont peu nombreuses et non exemptes de critiques.

Nous avons repris l'étude de cette question à Tunis, en cherchant à déterminer en même temps les différences d'action des diverses qualités commerciales du soufre.

Volatilisation. — Du soufre, mis en couche mince dans des boîtes de Petri, fut laissé pendant tout l'été sur une terrasse ensoleillée, le thermomètre à maxima placé dans le voisinage ayant accusé 67°.

Le soufre insoluble (fleur de soufre épuisée par le sulfure de carbone) a subi une perte de 4,75 pour 100, dont 3 pour 100 de sublimés sur le couvercle. Le soufre *sublimé pur* (27 pour 100 d'insoluble) n'a perdu dans les mêmes conditions que 0,46 pour 100 et le soufre trituré seulement 0,12.

La volatilisation spontanée du soufre est donc de très faible importance.

Oxydation. — Pour admettre la formation de gaz sulfureux par oxydation du soufre à la température ordinaire on s'en rapporte surtout aux expériences de E. Mach, citées par Viala (*Les Maladies de la vigne*, 1893, p. 42). Cet auteur aurait trouvé, dans l'air des vignobles récemment soufrés, de l'anhydride sulfureux en quantités proportionnelles à la température ambiante.

Nous n'avons pas eu l'occasion d'observer de semblables faits sur place, mais nous avons répété les expériences de laboratoire qu'il mentionne et qui consistent à recueillir dans une solution d'iode un courant d'air ayant passé sur du soufre à différentes températures.

A l'inverse de l'auteur, nous n'avons pu constater ainsi la formation d'une quantité appréciable d'acide sulfurique, en 7 à 8 heures et à une température variant de 50° à 95°; au soleil, en été, mêmes résultats négatifs [1]. Il paraît dès lors bien difficile d'admettre que des quantités de gaz si faibles qu'elles échappent à ce mode de recherche, gaz qui d'ailleurs sont dilués par la masse d'air environnante et sans cesse emportés par les vents, soient capables d'exercer une action fongicide quelconque.

Si une combinaison chimique était réalisable dans ces circonstances, ce serait vraisemblablement l'acide sulfurique qui se formerait de préférence; cependant nous n'avons pu constater une augmentation certaine de la proportion d'acide sulfurique préexistant dans les soufres étudiés.

Le professeur E. Pollacci, de Pavie, qui a étudié la question de l'oxydation spontanée du soufre et des sulfures, n'a trouvé comme produit de cette oxydation que de l'acide sulfurique [2].

D'après lui, les conditions favorisantes de cette réaction sont l'humidité, le renouvellement de l'air et l'action de la lumière, le principe actif de l'oxydation étant exclusivement l'ozone.

Le fait est exact, mais ce mode d'oxydation est encore extraordinairement faible, en sorte que son efficacité est au moins contestable. En trois mois d'été, au soleil, 100g de soufre insoluble nous ont donné seulement 0,22 pour 100 d'anhydride sulfurique; le soufre sublimé pur du commerce n'en a fourni que 0,02 pour 100 et le trituré n'a subi aucun changement. L'influence de la lumière est ici des plus manifestes, car on n'a pu constater

---

(1) Nous rappellerons cependant que M. Moissan a reconnu la formation de gaz sulfureux dans l'oxydation spontanée des différentes sortes de soufre dès la température ordinaire (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, p. 723). L. Maquenne.

(2) *Atti del Congresso intern. di Chim. appl.*, t. I, p. 482.

la moindre oxydation du soufre dans des flacons entourés de papier noir.

L'oxydation du soufre est-elle plus active sur les feuilles de la vigne? Est-elle influencée par l'oxygène provenant de la fonction chlorophyllienne? Rien jusqu'à présent ne permet de le supposer. Dès lors, si aucun de ces modes d'action ne peut être pratiquement retenu, comment les soufres agissent-ils?

Mode d'action des soufres. — A notre avis, le soufre agit sur l'oïdium uniquement par l'acide sulfurique qu'il contient tout formé, surtout lorsqu'il est à l'état insoluble dans le sulfure de carbone. Les soufres *sublimés purs* que nous avons eus entre les mains renfermaient de 0,2 à 0,625 pour 100 d'anhydride sulfurique.

Cette hypothèse a l'avantage de rendre compte des expériences de Marès et de la plupart des observations recueillies par la pratique : le soufre détruisant l'oïdium *in situ* et laissant intacts les fragments de mycélium et les spores éloignés de tout grain de soufre; produisant l'échaudage et le grillage des grains ou des jeunes feuilles par les vents chauds et secs qui concentrent les solutions sulfuriques, sans danger quand l'état hygrométrique est élevé ou que l'on se trouve sous l'action des courants d'air marins.

On pourrait même tirer de là une explication des résultats obtenus par Mach, l'acide sulfureux pouvant se produire dans l'action réductrice des matières organiques sur l'acide sulfurique.

Le soufre se trouverait donc être un porteur d'acide sulfurique, qui en temps ordinaire n'exerce aucune influence préjudiciable sur les tissus de la vigne, mais intervient dès que par condensation de l'humidité les conditions de développement de l'oïdium se trouvent favorisées; les gouttelettes qui se forment dissolvent l'acide, imprègnent les spores et le mycélium du champignon et finalement les détruisent quand par évaporation la solution acide vient à se concentrer.

La même hypothèse rend compte également de l'action particulièrement efficace des *soufres sublimés extra*, qui renferment des doses notables d'acide sulfurique, alors que les sublimés ordinaires et les triturés n'en contiennent que des quantités presque négligeables, de 0,01 à 0,02 pour 100.

S'il en est ainsi et si par la suite il se trouve définitivement établi que, comme nous le supposons, l'efficacité des soufres tient à la petite quantité d'acide sulfurique qu'ils renferment, il est bien inutile d'employer pour porter ce produit une substance d'aussi notable valeur que le soufre, et le choix d'une autre matière appropriée permettra peut-être aux viticulteurs

de réaliser une économie appréciable dans le coût de leurs traitements anticryptogamiques.

En tout cas, si l'usage du soufre se maintenait, on pourrait chercher à préparer industriellement des sublimés plus riches en acide sulfurique que ceux que fournit le commerce actuel, en introduisant par exemple du gaz sulfureux humide dans les chambres de condensation.

Il y a là toute une série d'essais à tenter qui nous semblent devoir présenter un grand intérêt pour la viticulture.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence, sur le développement de la plante, des substances minérales qui s'accumulent dans ses organes comme résidus d'assimilation. Absorption des matières organiques colloïdales par les racines.* Note de M. **Mazé**, présentée par M. E. Roux.

L'exosmose, par les racines, des éléments minéraux non utilisés, l'exhalation, par les feuilles, d'eau chargée de sels, apparaissent comme des moyens de défense de la plante contre l'accumulation des substances non assimilables.

Il est vraisemblable que la soude, l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique absorbés en excès à l'état de nitrates, de sels ammoniacaux ou potassiques, nuisent à l'évolution de la plante.

Pour vérifier ce fait, j'ai cultivé des pieds de maïs dans la solution S. P. (*voir* ma Note du 20 février 1910, *Comptes rendus*) en faisant varier la nature de l'aliment azoté, la dose d'azote restant constante.

J'ai résumé dans le Tableau I les résultats fournis par quatre maïs (variété *jaune gros*), choisis parmi les plus beaux de leurs séries respectives, développés jusqu'à la maturité des graines et nourris respectivement avec les quatre composés azotés indiqués :

Tableau I.

	Poids sec de la plante entière.	Nombre d'épis femelles fleuris.	Nombre d'épis femelles avortés après floraison.	Nombre d'épis fertiles.	Nombre de graines normales.
Nitrate de sodium.....	48,50 g	2	2	0	0
Sulfate d'ammonium...	50,34	5	5	0	0
Nitrate d'ammonium..	69,92	2	1	1	100
Chlorure d'ammonium.	70,00	2	1	1	170

On voit que la soude et l'acide sulfurique ont exercé une influence conforme aux prévisions; mais l'acide chlorhydrique s'est comporté d'une manière toute différente pour une raison qui reste à découvrir ; il faut noter cependant que la différence de solubilité du sulfate et du chlorure de calcium ne doit pas être étrangère à cette anomalie.

Dans la grande culture les résultats de semblables traitements passent inaperçus, le plus souvent, parce que les éléments constitutifs du sol neutralisent les acides et les bases excrétés. Les produits de l'exosmose radiculaire deviennent alors, suivant la nature du sol, par l'action dissolvante qu'ils exercent, des auxiliaires actifs de l'absorption des composés minéraux insolubles.

Il est clair, d'autre part, que cette action intéresse également les matières organiques.

On peut démontrer l'une et l'autre déduction par la méthode des cultures en milieux aseptiques. Mais il est nécessaire d'établir, en même temps, que les racines absorbent les matières organiques colloïdales.

Des plants de maïs développés dans la solution S. P. où l'aliment azoté était du sulfate ou du chlorure d'ammonium, sont privés de leur solution nutritive lorsque leur poids sec atteint environ 12g et leurs racines lavées sur place, à plusieurs reprises, à l'eau distillée stérile. On introduit alors, dans les flacons dont la capacité est d'environ 4l, des solutions composées de la façon suivante :

I. *Plantes développées en présence de chlorure d'ammonium.*

1.	Empois d'amidon à l'eau distillée	4g,492 par litre
2.	Peptone Chappoteaux à l'eau distillée	3,842 »
3.	Peptone » »	3,829 »
	Nitrate d'ammonium »	0,500 »

II. *Plantes développées en présence de sulfate d'ammonium.*

4.	Humus dissous dans l'ammoniaque (réaction neutre)	0g,866 par litre
	Nitrate de sodium	0,500 »
5.	Humate d'ammonium (réaction neutre)	0,682 »
	Phosphate de potassium	0,500 »
6.	Eau distillée (témoin *a*, chlorure d'ammonium)	
7.	» (témoin *b*, sulfate d'ammonium)	

L'humus a été extrait d'un fumier de couche épuisé, en le soumettant à des précipitations et redissolutions répétées dans de l'eau distillée additionnée d'acide chlorhydrique ou d'ammoniaque.

Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau II :

TABLEAU II.

	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.	N° 6.	N° 7.
Volume initial du liquide en cm^3..	4160	3657	4171	4042	4021	»	»
Volume final....................	204	881	212	421	507	»	»
Extrait à 100° du volume final, p. l. g.	43,882	12,484	52,966	4,732	4,096	»	»
Matières organiques absorbées, en g.	7,6945	2,9265	6,488	2,0355	1,626	»	»
Réaction du liquide final en SO^4H^2, g.	neutre	0,588	0,980	0,980	neutre	neutre	neutre
Aspect du liquide................	empois	limpide	louche	précipité	limpide	»	»
Poids sec des plantes (en grammes).	41,340	33,01	48,410	»	30,760	28,80	26,95
Poids des tiges..................	21,185	18,310	15,990	»	15,500	11,00	12,8
Poids des feuilles................	6,165	9,130	12,710	»	5,360	7,45	7,3
Poids des racines................	13,990	5,570	20,210	»	9,900	10,35	6,85

L'absorption des matières organiques colloïdales de même que leur assimilation ressortent nettement de l'examen de ces chiffres. L'influence des produits d'excrétion se traduit surtout dans les solutions des nos 4 et 5; la première s'acidifie; l'acide humique précipite; la seconde conserve sa neutralité grâce à la mise en liberté de la soude et reste limpide.

L'amidon ne présente pas la moindre trace de liquéfaction ni de saccharification; l'empois ne renferme pas d'amylase. Des recherches faites dans le but de découvrir la sucrase dans des solutions de saccharose offertes à des plantes bien développées ont donné également des résultats négatifs. Les racines n'excrètent donc pas d'amylase ni de sucrase contrairement à ce que j'ai affirmé il y a quelques années (1). La saccharification de l'amidon et l'inversion du saccharose s'opèrent à la longue sous l'influence de l'acidification progressive des solutions nutritives.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Quelques propriétés caractéristiques de l'amylose et de l'amylopectine*. Note de Mme **Z. Gruzewska**, présentée par M. L. Maquenne.

Il y a quelque temps, j'ai donné une méthode (2) au moyen de laquelle on peut séparer l'amylopectine de l'amylose et préparer ainsi, en même

(1) J. Laurent, *Thèse* présentée à la Faculté des Sciences de Paris, 1903. — P. Mazé et A. Perrier, *Annales de l'I. P.*, t. XVIII, 1904, p. 721.

(2) Z.-G. Gruzewska, *Sur la composition du grain d'amidon* (*Comptes rendus*, t. 146, 1908).

temps, les deux constituants du grain d'amidon. Ce travail vient à l'appui des travaux et de l'hypothèse que MM. Maquenne et Roux [1] ont émise sur la constitution de l'amidon.

L'opération se fait à froid sur la fécule de pomme de terre crue.

1° *a*. Immédiatement après la séparation, l'amylose, vue au microscope avec une goutte de solution iodo-iodurée, présente un fin précipité coloré en bleu. Avec une goutte d'alcool, ce précipité prend la forme caractéristique de baguettes et de boules.

b. L'amylopectine qui correspond à la partie extérieure du grain, vue au microscope dans les mêmes conditions, se présente sous forme de sacs éventrés, plus ou moins épais et colorés par l'iode en bleu violacé.

2° *a*. L'amylose desséchée ne se dissout dans l'eau froide que très peu. Elle se dissout complètement en donnant des solutions opalescentes par chauffage pendant 1 heure à l'autoclave à 150°. Par refroidissement, avec le temps, elle précipite de ses solutions sous forme d'un précipité blanc.

C'est le phénomène de la rétrogradation étudié par MM. Maquenne et Roux. Purifiée par dialyse à 50° C. dans des sacs de collodion stérilisés et desséchée, l'amylose ne se dissout pas du tout dans l'eau à froid.

b. L'amylopectine desséchée ne se dissout pas dans l'eau à froid; à chaud, elle forme un empois et à 130°, à l'autoclave, elle se dissout en une solution opalescente. Elle ne donne pas de précipité par refroidissement. L'amylopectine ne rétrograde pas. Soumise à la dialyse, elle dépose au fond du vase des grains très réfringents, ne se dissolvant ni dans H^2SO^4, ni dans NHO^3, inattaquables par les alcalis et non colorables par l'iode. Ces grains se dissolvent dans HCl à chaud.

Il est probable que c'est un sel de chaux et que les enveloppes du grain d'amidon ne sont autre chose qu'un complexe de substance minérale et d'amylopectine.

En faisant agir, sur l'amylopectine dialysée et très concentrée, de l'eau de chaux, j'ai pu obtenir des membranes visibles au microscope, colorables en bleu violacé par l'iode et semblables à des membranes d'enveloppes du grain d'amidon.

Toute une série d'autres réactifs employés dans le même but n'ont donné aucun résultat.

L'amylopectine purifiée par dialyse et desséchée est complètement soluble dans l'eau à froid.

---

[1] MAQUENNE et ROUX, *Annales de Chimie et de Physique*, t. IX, 1906, p. 179-220.

3° En 1855, Reinsch (1) employa la congélation comme moyen de purification de l'empois d'amidon. D'après lui, le grain d'amidon contient des substances solubles : sucres et gommes. Après la décongélation du glaçon d'amidon, il obtient un précipité blanc, filamenteux très pur, auquel il donne le nom d'*amilonide*.

En 1872, Nägeli (2), en congelant des empois d'amidon, obtient des précipités analogues et en conclut à l'insolubilité de l'amidon dans l'eau.

a. Une solution d'amylose à 0,5 pour 100, chauffée à 140° à l'autoclave pendant 1 heure, a été soumise à la congélation. Après la décongélation du glaçon, on trouve au fond du vase un précipité blanc, floconneux et filamenteux au microscope. La conductivité électrique du liquide filtré = 0,0004. Son poids sec = 1g,8 par litre, et avec l'iode il se colore en bleu franc.

b. Une solution d'amylopectine, congelée dans des conditions identiques, donne après la décongélation une solution opalescente, sans trace de précipité. Sa conductivité électrique = 0,00014. Ses solutions très étendues se colorent avec l'iode en bleu violacé.

c. Un mélange d'amylose et d'amylopectine, à proportions égales, le tout à 1 pour 100, traité de la même façon et dans les mêmes conditions, laisse, après la décongélation du glaçon, un précipité compact, blanc et filamenteux. Le liquide filtré est entièrement hyalin, ne donnant qu'une très faible coloration avec l'iode. La conductivité électrique du liquide = 0,00014. Son poids sec = 0g,300 par litre.

d. Une solution d'amylose à 0,5 pour 100, purifiée par dialyse à 50° C. dans des sacs de collodion stérilisés, insoluble à l'eau froide, chauffée à 140° C. à l'autoclave pendant une heure est soumise à la congélation. Après la décongélation du glaçon, on trouve un précipité filamenteux dans un liquide entièrement limpide, qui ne se colore pas par la solution iodo-iodurée. Sa conductivité électrique = 0,00008.

e. L'amylopectine purifiée par dialyse, soluble dans l'eau froide, traitée de la même façon et dans les mêmes conditions, donne, après la décongélation du glaçon, un liquide opalescent qui se colore en bleu violacé par l'iode. La conductivité électrique du liquide = 0,00003.

Conclusions. — 1. La fécule de pomme de terre crue, traitée de la même façon, donne deux corps bien distincts qu'on peut séparer facilement : l'amylose et l'amylopectine.

---

(1) Reinsch, *Ueber einige bis jetzt noch wenig beobachtete Eigenschaften des Stärkemehls* (*Neues Jahrbuch f. Chemie*, t. III, 1855, p. 65-69; t. XVII-XVIII, 1862, p. 237-240).

(2) Nägeli, *Beiträge zur näheren Kenntniss der Stärkegruppe*, Bd. CLXXIII, 1874, p. 218-226.

2. L'amylopectine correspond à l'enveloppe du grain d'amidon et l'amylose est localisée à l'intérieur du grain.

3. Les enveloppes du grain d'amidon sont un complexe de substance minérale et d'amylopectine proprement dite.

4. L'amylose ainsi d'ailleurs que l'inuline possède la propriété, en vieillissant ou sous l'action du froid, de précipiter spontanément de ses solutions.

A ce phénomène, MM. Maquenne et Roux ont donné le nom de *rétrogradation* et ils ont utilisé cette propriété pour purifier l'amylose qu'ils ont retirée du grain d'amidon.

La rétrogradation de l'amylose est d'autant plus complète que la substance est plus pure.

5. L'amylopectine purifiée ou non ne précipite pas de ses solutions ni en vieillissant, ni sous l'influence du froid.

6. Si on laisse vieillir ou si l'on soumet au froid un mélange d'amylose et d'amylopectine, ou un empois d'amidon qui est un mélange naturel des deux substances, l'amylose (même non purifiée) entraîne en précipitant presque toute l'amylopectine. Les granules de l'amylose, qui est un sol, étant en suspension dans l'amylopectine, qui est un gel, en s'agglutinant entraînent la substance qui leur sert de substratum.

PHYSIOLOGIE. — *Sur une nouvelle matière colorante végétale, la thuyorhodine.* Note de M. **Tsvett**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait que le feuillage des Thuyas et de divers autres Conifères subit en hiver une décoloration particulière, la teinte virant, sur le côté exposé au soleil, au brun ou au rouge. D'après certaines observations spectroscopiques, on a voulu voir la raison de ce phénomène dans une modification du pigment chlorophyllien sous l'action des acides du suc cellulaire, conduisant à la formation de *chlorophyllane* brune. Il n'en est rien.

Ainsi que le prouve l'analyse immédiate de pigment hivernal du Thuya, opérée par le moyen de nos méthodes d'adsorption [1], il n'y a pas de modification des chlorophyllines α et β, mais néoformation d'une matière colorante rouge que nous proposons de dénommer *thuyorhodine*.

Le feuillage et les rameaux à étudier sont finement broyés dans un mortier avec de

[1] Voir la littérature dans la *Revue gén. de Botan.*, t. XX, 1908, p. 328.

l'émeri ou du sable marin additionnés de carbonate calcique en vue de neutraliser les acides végétaux. On verse ensuite dans le mortier le dissolvant approprié (alcool, sulfure de carbone ou éther de pétrole léger), et l'on continue de broyer jusqu'à ce que le liquide se soit fortement coloré. L'alcool enlève la totalité du pigment, les autres solvants n'en prennent qu'une partie, le reste demeurant fixé dans le magma par l'effet des forces moléculaires d'adsorption (affinité capillaire de Chevreul). L'extrait sulfocarbonique et l'extrait obtenu par l'éther de pétrole sont immédiatement propres à l'analyse chromatographique. Quant à l'alcoolature, le pigment en doit être chassé dans de l'éther de pétrole et la solution obtenue sera débarrassée de toute trace d'alcool par lavage à l'eau. Les solutions, obtenues comme il a été dit, sont filtrées sous pression au travers de colonnes de carbonate calcique précipité, bien tassées. Les chromatogrammes obtenus, développés dans un courant de benzène, montrent, outre les zones de chlorophyllines et de xanthophylles caractéristiques pour la chlorophylle, des zones particulières dont l'une, précédant toutes les autres, est d'un beau rouge rubis. Extraite du chromatogramme au moyen d'alcool ou d'éther de pétrole alcoolisé, la matière colorante de cette zone, la thuyorhodine, manifeste les propriétés suivantes : la solution sulfocarbonée en est rouge, la solution alcoolique rose et la solution dans l'éther de pétrole est jaune; cette dernière solution, agitée avec de l'alcool à 80°, lui cède la majeure partie du pigment.

Le spectre d'absorption de la solution sulfocarbonée présente 4 bandes :

	I	<	II	=	III	=	IV
λ	570-560		530-515		470-475		450-440

La solution dans l'éther de pétrole donne 3 bandes :

	I	<	II	>	IV
λ	530-515		495-480		470-455

En solution alcoolique, les bandes sont moins nettes. La principale se trouve entre λ 510 et λ 480. Une région dans laquelle la lumière est un peu moins absorbée la relie à une bande λ 550-530 se dégradant progressivement vers la gauche.

Le thuyorhodine se colore en bleu indigo par l'acide sulfurique concentré (réaction dite *des lipochromes*). Les alcalis caustiques ne paraissent pas la modifier.

La thuyorhodine n'existe pas seulement chez le *Thuya orientalis*; nous avons constaté également sa présence : dans les feuilles rougies du *Cryptomeria japonica* (en abondance) et dans les feuilles, demeurées pourtant vertes, de *Cupressus Naitnocki*, *Retinospora plumosa*, *Juniperus virginiaca*, et *Taxus baccata*.

PHYSIOLOGIE. — *Action du venin de cobra sur le sérum de cheval. Ses rapports avec l'hémolyse.* Note de M. C. **Delezenne** et Mlle S. **Ledebt**, présentée par M. E. Roux.

On sait que les globules rouges d'un grand nombre d'espèces animales sont totalement réfractaires à l'action hémolytique du venin de cobra, lorsqu'ils ont été soigneusement lavés dans la solution physiologique de NaCl. L'hémolyse se produit facilement, au contraire, si l'on ajoute à ces globules, en même temps que le venin, une petite quantité de sérum sanguin approprié, ou une faible dose de lécithine. En raison des analogies qu'il présente avec les processus en apparence plus complexes de l'hémolyse par les sérums spécifiques, ce phénomène a été considéré comme un cas particulier relativement simple d'une action lytique due à la coopération d'un ambocepteur et d'un complément. En accord avec la théorie d'Ehrlich, on a admis que le venin (ambocepteur) se combine à la lécithine surajoutée (complément) ou à celle du sérum pour former une nouvelle substance (cobralécithide de Kyes) qui, à l'exemple de certains corps chimiquement définis, possède la propriété de dissoudre directement les hématies. Combattue par quelques auteurs qui contestent l'existence du lécithide ou nient toute participation du venin à sa constitution, cette conception a été vivement attaquée tout récemment encore par Bang qui dénie à la lécithine pure tout pouvoir activant, vis-à-vis du venin, et rapporte la propriété hémolytique de ce dernier à une fonction acide.

Nous avons repris l'étude de cette question en nous limitant tout d'abord au cas relativement simple de l'hémolyse des globules lavés de bœuf, de mouton ou de cheval par le venin de cobra et le sérum de cheval. La plupart des expériences ont été réalisées en faisant agir sur les globules, à la température de 16°-18°, une dose fixe de sérum en présence de quantités variables de venin.

Si les expériences sont réalisées suivant le type habituel, c'est-à-dire si les mélanges venin-sérum sont faits en présence des globules ou aussitôt avant de leur être ajoutés, on observe que l'hémolyse, très rapide pour des doses élevées de venin, se ralentit au fur et à mesure que la quantité diminue pour devenir complètement nulle à partir d'une dose qui, dans ces conditions expérimentales, représente la dose limite de venin capable de produire l'effet minimum. Une telle dose ne donne, par exemple, qu'une simple trace d'hémolyse après 24 heures à la température de 16°-18°.

Les choses se passent tout différemment si les expériences sont faites suivant la technique que nous avons adoptée, c'est-à-dire si les mélanges venin-sérum sont abandonnés pendant des temps variables à la température du laboratoire ou à celle de l'étuve (40° ou 50°) avant d'être mis en contact avec les globules.

a. En opérant dans ces conditions, on constate que dans des limites extrêmement étendues, quelle que soit la dose de venin employée, les mélanges acquièrent toujours à un moment donné (période d'activité maximale) un pouvoir hémolytique très intense et d'intensité sensiblement égale pour les mélanges faibles et pour les mélanges forts. Ce maximum est d'autant plus vite réalisé que la quantité de venin utilisée est plus forte et la température à laquelle sont soumis les mélanges plus proche d'un optimum.

Fait important, ces résultats s'observent non seulement pour des doses de venin équivalentes ou immédiatement voisines de celles qui se montrent totalement inefficaces dans les expériences du type habituel (mélanges faits en présence des globules) mais pour des quantités 100 fois, 200 fois et même 500 fois inférieures à ces dernières. Ces faits nous permettent d'affirmer : 1° que le venin agit comme un catalysateur, en l'espèce une diastase, capable de libérer, aux dépens de certains matériaux du sérum, une substance douée de propriétés hémolytiques propres; 2° que cette action catalytique du venin est considérablement limitée par la présence des globules.

La substance active, formée sous l'influence du venin et dont nous poursuivons actuellement l'étude, est soluble dans l'eau et dans l'alcool, résiste à la température d'ébullition et n'est pas neutralisée par le sérum antivenimeux. Le venin ne participe par aucun de ses constituants à la formation de cette substance. Quelle que soit la dose primitivement ajoutée, il peut toujours à la fin de la réaction être retrouvé intégralement, séparé des produits qui l'accompagnent et provoquer, s'il est placé dans les conditions premières, une nouvelle réaction identique à la précédente.

b. Le pouvoir hémolytique des mélanges venin-sérum, après avoir passé par un maximum, s'atténue progressivement et finit par disparaître. Ce phénomène est d'autant plus rapide que la dose de venin primitivement ajoutée est plus forte et la température à laquelle sont soumis les mélanges plus proche de l'optimum. Cette seconde phase du phénomène exige toujours cependant, pour être complète, un temps beaucoup plus long que la première. Cette inactivation est également le résultat d'une action diastasique exercée par le venin : 1° en effet, si l'on ajoute aux mélanges, à la période d'activité maximale, une quantité de sérum antivenimeux exacte-

ment calculée pour obtenir la neutralisation de la dose de venin primitivement introduite, on constate que ces mélanges conservent intactes les propriétés premières qu'ils ont acquises. Seul un sérum spécifique, en l'espèce le sérum anticobra, peut produire cette action d'arrêt : de telle sorte qu'on observe ce phénomène, en apparence paradoxal, que le sérum antivenimeux est le seul agent capable de conserver à un mélange hémolytique, venin-sérum, ses propriétés toxiques pour les globules; 2° quand la réaction est terminée on peut, comme à la fin de la première phase, séparer les produits formés et en faire l'étude. La chose est d'autant plus aisée qu'une partie de ces produits se sépare spontanément du liquide au cours de l'inactivation, sous la forme d'un précipité (globoïdes biréfringents donnant la croix de polarisation) qu'il est facile d'isoler et de soumettre à l'analyse. 3° Le venin peut encore, à la fin de cette nouvelle réaction, être séparé des substances qui l'accompagnent et manifester à nouveau l'ensemble de ses propriétés premières s'il est mis en rapport avec une nouvelle quantité de sérum.

c. Les mélanges devenus totalement inactifs sont capables de manifester une action empêchante des plus nettes sur divers processus hémolytiques déterminés par le venin. A doses relativement faibles, ils empêchent l'hémolyse des espèces globulaires directement sensibles au venin, ils neutralisent l'action hémolytique si intense du couple lécithine-venin et dans de certaines conditions, que nous aurons à préciser, s'opposent totalement aux effets de nouveaux mélanges sérum-venin, mis d'emblée au contact des globules. Cette action empêchante, souvent égale à celle du sérum antivenimeux, disparaît complètement quand le mélange a été porté à la température de 75°-80°.

Malgré leurs propriétés empêchantes, les mélanges inactifs peuvent être réactivés par simple addition de sérum neuf. En fait, il s'agit moins d'une réactivation au sens que l'on attache habituellement à ce mot que d'une nouvelle action du venin sur le sérum surajouté. Le venin contenu dans les mélanges inactifs et qui a conservé intégralement ses propriétés recommence d'ailleurs, sur le sérum surajouté, toute la série des transformations que nous venons de passer en revue; et si la quantité de venin mise en œuvre à l'origine n'est pas trop faible, le même processus peut être reproduit un très grand nombre de fois par des additions nouvelles et successives de sérum. Cette expérience très suggestive montre encore mieux que les précédentes que le venin n'intervient dans ces processus qu'à la façon d'un catalysateur ou d'un ferment.

PHYSIOLOGIE. — *Passage de la nucléo-protéide anticoagulante du foie dans le sang. Action comparée de l'atropine suivant la voie de pénétration.* Note de MM. **Doyon**, **A. Morel** et **A. Policard**, présentée par M. A. Dastre.

I. Nous avons démontré antérieurement les faits suivants : que le foie de certains animaux (chien, chat) contient une substance phosphorée anticoagulante (antithrombine) et que le sang des animaux sensibles à l'action de la peptone (chien, chat) contient, lorsqu'il est devenu incoagulable (par suite de l'injection intra-veineuse de cette substance), une nucléo-protéide anticoagulante identique à celle qu'on extrait du foie de ces mêmes animaux. L'action de la peptone s'explique donc par le passage de la nucléo-protéide du foie dans le sang. Enfin, chez les animaux réfractaires à l'action de la peptone (lapin), les nucléo-protéides du foie sont dénuées de toute propriété coagulante.

II. Nous apportons aujourd'hui quelques faits nouveaux à l'appui de l'origine hépatique et de la nature nucléo-protéique de l'antithrombine.

1° La peptone est un poison qui détermine l'incoagulabilité chez le chien, quel que soit le vaisseau par lequel il pénètre. Si l'on prélève du sang, avant et après une injection de peptone à dose suffisante pour déterminer l'incoagulabilité, on constate que le sang incoagulable contient une quantité beaucoup plus considérable de nucléo-albumine phosphorée possédant les caractères chimiques que nous avons signalés pour l'antithrombine, que le sang prélevé avant l'injection.

Expérience. — Chien de 17^{kg} nourri. On prélève 200^{g} de sang carotidien, puis on injecte dans une saphène une solution de peptone Witte (0,4 de peptone par kilogramme d'animal). Le sang devient incoagulable. On attend 15 minutes puis on prélève de nouveau 200^{g} de sang carotidien (¹).

Le plasma est séparé par centrifugation, puis chauffé 15 minutes au bain-marie bouillant. Le liquide séparé du coagulatum est précipité par l'acide acétique à chaud. Le précipité est repris par une solution alcaline faible. La nucléo-protéide précipitée et purifiée à deux reprises, comme nous l'avons indiqué dans une précédente Note, est évaluée par rapport à 1000^{g} de sang par sa teneur en phosphore.

Le dosage du phosphore a donné les résultats suivants ;

Avant l'injection : 0^{g},095 de phosphomolybdate ; après l'injection : 0^{g},260.

(¹) Soit avant, soit après l'injection le sang est reçu sur de l'oxalate (12$^{cm^3}$ d'une solution à 24 pour 400) pour empêcher la coagulation des échantillons coagulables ; pour égaliser les conditions de l'expérience on ajoute de l'oxalate même au sang incoagulable ; de même dans les expériences avec l'atropine.

2° L'atropine détermine l'incoagulabilité du sang chez le chien, mais seulement lorsqu'elle est injectée dans le canal cholédoque ou dans une veine mésaraïque [1]; injectée dans une veine de la circulation générale l'atropine est inactive. Dans les deux cas, l'action du poison sur le sang, notamment sur les globules, est la même; seule l'influence exercée sur le foie varie. Or, la nucléo-protéide anticoagulante n'apparaît dans le sang qu'après l'injection et seulement si l'injection a été faite dans le canal cholédoque ou dans une veine mésaraïque et suivie de succès. D'une manière générale, les nucléo-protéides phosphorées sont bien plus abondantes dans le sang après l'injection dans le cholédoque que dans toute autre condition.

Expérience. — On choisit deux chiens jeunes de forte taille (23^{kg} environ). On prélève à chaque chien 200^g de sang carotidien, puis on injecte à chaque animal, chez l'un, dans le canal cholédoque, chez l'autre, dans une saphène, brusquement, 40^{cm^3} à 50^{cm^3} d'une solution à 1 pour 100 de sulfate neutre d'atropine. Le sang du chien injecté par le cholédoque devient incoagulable; le sang du second chien reste parfaitement coagulable. 15 minutes après l'injection, on prélève de nouveau à chaque animal, 200^g de sang carotidien. Le plasma séparé par centrifugation est traité exactement comme il a été indiqué dans l'expérience précédente. Les nucléo-protéides, après purification, sont évaluées par rapport à 1000^g de sang par leur teneur en phosphore.

1° Injection d'atropine dans le cholédoque : avant l'injection, moins de $0^g,005$ de phosphomolybdate; après l'injection, moins de $0^g,085$ de phosphomolybdate.

2° Injection d'atropine dans la saphène : avant l'injection, moins de $0^g,005$ de phosphomolybdate; après l'injection, moins de $0^g,005$ de phosphomolybdate.

III. Les agents qui provoquent *in vivo* l'incoagulabilité du sang, tout en étant inactifs *in vitro*, paraissent agir dans l'organisme en faisant sortir du foie une nucléo-albumine possédant le pouvoir anticoagulant direct.

MÉDECINE. — *De la mortalité chez les diabétiques à Paris et dans le département de la Seine.* Note de M. J. Le Goff.

Il m'a paru intéressant d'attirer l'attention sur la mortalité chez les diabétiques et en particulier sur l'augmentation considérable des décès causés par le diabète à Paris et dans le département de la Seine.

Si l'on consulte l'*Annuaire statistique* de la Ville de Paris, rédigé par M. le Dr Bertillon, chef des services statistiques à l'Hôtel de Ville, on voit qu'en 1880 il y avait 128 décès causés par le diabète, soit une moyenne

(1) Les effets sont plus constants si l'injection est faite dans le cholédoque.

de 0,644 par 10000 habitants; 5 ans après, en 1885, le nombre des cas a doublé; on a 261 décès et une moyenne de 1,165 par 10000 habitants.

En 1890, on trouve 304 décès et une moyenne de 1,345 par 10000 habitants; en 1895, on a 370 cas; en 1900, 427; en 1905, 443. Enfin, en 1909, on atteint le chiffre important de 525 décès, soit 1,930 pour 10000 habitants, approximativement 2 décès par 10000 habitants. Ainsi en 30 ans le nombre de décès ayant pour cause le diabète a quadruplé.

Tableau donnant de 1880 *à* 1909 *le nombre de décès ayant pour cause le diabète et la proportion pour* 10000 *habitants.*

Années.	Nombre de cas. A Paris.	Hors Paris.	Total.	Proportion pour 10000 habitants.	Années.	Nombre de cas. A Paris.	Hors Paris.	Total.	Proportion pour 10000 habit.
1880...	127	1	128	0,644	1895...	359	11	370	1,525
1881...	149	4	153	0,683	1896...	378	8	386	1,504
1882...	160	5	165	0,737	1897...	389	12	401	1,596
1883...	133	3	136	0,607	1898...	387	10	397	1,580
1884...	204	3	207	0,924	1899...	373	10	383	1,526
1885...	256	5	261	1,165	1900...	413	14	427	1,700
1886...	257	3	260	1,150	1901...	380	14	394	1,481
1887...	286	6	292	1,291	1902...	376	13	389	1,462
1888...	291	5	296	1,309	1903...	379	23	402	1,511
1889...	307	4	311	1,375	1904...	409	17	426	1,601
1890...	298	6	304	1,345	1905...	419	24	443	1,665
1891...	313	2	315	1,291	1906...	456	23	479	1,760
1892...	295	6	301	1,241	1907...	444	42	486	1,785
1893...	344	5	349	1,439	1908...	431	33	464	1,704
1894...	294	8	302	1,245	1909...	486	39	525	1,930

Si l'on conclut du nombre de décès au nombre de cas de diabète existant à Paris, on peut dire que le nombre de ceux-ci accuse une augmentation inquiétante. On a fait remarquer qu'autrefois beaucoup de cas de diabète étaient méconnus; cependant il faut bien savoir que les méthodes d'analyse du sucre dans les urines n'ont pas varié depuis plus de 50 ans et, même avant 1880, les pharmaciens recherchaient et dosaient le glucose par la réduction de la liqueur de Fehling. L'argument ci-dessus n'a donc pas toute la valeur qu'on lui a attribuée. Si l'on admet que le nombre de diabétiques n'a pas varié depuis 30 ans, il faut conclure du Tableau ci-dessus que la mortalité chez ces malades s'est accrue dans la proportion de 1 à 4, puisque le nombre des décès a quadruplé.

A mon avis ces deux conclusions sont justes : le nombre des diabétiques s'accroît et la mortalité chez ces malades s'accroît également.

A quoi doit-on attribuer cet accroissement considérable d'une maladie qui était à peine connue au commencement du siècle dernier?

Il y a plusieurs causes : il faut d'abord remarquer que le diabète frappe de préférence la classe aisée de la société, celle qui comprend les personnes qui font des repas copieux, qui mènent une vie sédentaire et qui ne se livrent à aucun travail corporel. Ceux qui appartiennent aux professions libérales, les notaires, les magistrats, les professeurs, les médecins sont exposés à devenir diabétiques, s'ils ne s'astreignent tous les jours à des exercices réguliers et à une hygiène alimentaire spéciale.

Depuis que j'ai signalé le rôle important des cellules épithéliales des villosités intestinales dans l'assimilation des hydrates de carbone et, par conséquent, dans les évolutions du diabète, je me suis demandé si la consommation exagérée du saccharose ne devait pas être envisagée comme une des causes de l'augmentation du nombre de cas de diabète.

Il faut se rappeler que le saccharose ou sucre de canne était considéré jusqu'au XVIIe siècle comme un médicament et vendu seulement par le pharmacien. Dans le courant du XVIIIe siècle on le retira de la betterave. L'établissement du Blocus continental donna à la culture de cette plante un grand essor et l'on a vu durant tout le XIXe siècle la consommation du sucre s'accroître constamment.

Ainsi, en 1910, la consommation annuelle du sucre par habitant était pour l'Angleterre de $40^{kg},710$, pour l'Amérique de $31^{kg},400$, pour la Suisse de $26^{kg},77$, pour l'Allemagne de $19^{kg},11$, pour la Scandinavie de $18^{kg},97$, pour la Hollande de $17^{kg},68$, pour la France de $15^{kg},700$, pour la Belgique de $12^{kg},64$.

Or ce sont les pays qui consomment le plus de saccharose qui nous montrent le plus grand nombre de diabétiques.

Je rappelle un fait important qui paraît oublié, c'est que, chez une personne normale, je veux dire non diabétique, un excès de saccharose ingéré produit de la glycosurie, alors qu'un excès d'amidon ne le produit jamais. Le saccharose, pour être assimilé, doit être dédoublé dans l'intestin en glucose et en lévulose. Cette opération se fait par l'intermédiaire d'une diastase, l'émulsine, qui se trouve dans le suc entérique sécrété par les glandes de Lieberkühn. Depuis l'introduction du saccharose dans l'alimentation, ces glandes ont dû prendre une activité nouvelle, puisque d'après ce que je

viens de dire un Anglais consomme 111^g de saccharose par jour, un Américain 86^g et un Français 43^g [1].

Je disais, d'autre part, que la mortalité chez les diabétiques augmente. En général, le diabétique ne souffre pas, il possède un excellent appétit, il ne se soigne pas ou se soigne mal. Plus que tout autre malade, il se laisse influencer par la réclame en faveur de tel produit qui lui est présenté comme un remède infaillible. Ce n'est qu'à l'occasion d'un accident qu'il va voir le médecin, alors qu'il devrait se faire examiner d'une manière régulière et évaluer le degré de sa glycosurie à chaque changement de régime.

MÉDECINE. — *L'immunisation par voie intestinale. Vaccination antityphique.* Note de MM. **Jules Courmont** et **A. Rochaix**, présentée par M. A. Chauveau.

Nous avons réalisé, depuis 3 ans, un très grand nombre d'expériences sur l'immunisation, par la voie intestinale, vis-à-vis de différentes infections microbiennes, notamment vis-à-vis de l'infection éberthienne. Ces essais de *vaccination antityphique* ont été faits sur la *chèvre*, le *cobaye*, le *lapin* et, enfin, sur l'*homme*. Ce sont les seuls dont nous parlons aujourd'hui [2].

I. Le vaccin était une culture (vaccin polyvalent; 8 bacilles d'Eberth), âgée de 8 jours, tuée à $+53°$.

La voie d'introduction a été tantôt buccale (ingestion), tantôt intestinale (lavements).

L'immunisation peut s'obtenir par les deux méthodes; cependant nous préférons la seconde. L'ingestion occasionne parfois des malaises, est mal tolérée; le *lavement passe inaperçu* [3] et peut être conservé pendant des heures (culture tuée additionnée de quelques gouttes de laudanum, adminis-

(1) On sait que Linossier et Roque (*Archives de Médecine expérimentale*, 1895) ont trouvé de la glycosurie chez 19 sujets sains :

Après l'ingestion de	50^g	de saccharose, dans	11	pour	100	des cas
»	100	»	16	»	100	»
»	150	»	19	»	100	»
»	200	»	29	»	100	»

(2) Ch. Richet a vu récemment que l'ingestion de crépitine immunise contre l'injection intra-veineuse de cette substance.

(3) On peut introduire sans danger dans l'intestin de fortes doses de toxine tétanique (Vaillard et Vincent).

trée avec une longue canule souple rectale). En outre, l'ingestion paraît moins efficace; on connaît d'ailleurs l'action de la bile, du suc gastrique, etc. (Roger, Vincent, etc.), sur les toxines.

II. Les doses ont été, pour chaque lavement, de 100^{cm^3} pour les lapins, de 250^{cm^3} à 300^{cm^3} pour les chèvres. Nous donnons trois lavements à quelques jours d'intervalle.

Au bout de quelques jours (même après un seul lavement) apparaissent les propriétés agglutinante, bactériolytique, bactéricide du sérum des vaccinés. Le pouvoir agglutinant est peu élevé ($\frac{1}{20}$, $\frac{1}{50}$) et sans signification. Les pouvoirs bactériolytique ($\frac{1}{20}$, $\frac{1}{30}$), bactéricide ($\frac{1}{500}$, $\frac{1}{1000}$; méthode d'Ehrlich) se développent rapidement; mais *sans parallélisme avec l'immunisation*. Le pouvoir antitoxique méritera une étude spéciale.

La phase négative (prédisposition) peut exister comme dans la vaccination sous-cutanée; elle ne paraît pas constante.

Après 10 ou 15 jours, l'animal est vacciné. Des lapins, par exemple, ayant reçu trois lavements (de 100^{cm^3}) 28, 21 et 15 jours auparavant, résistent presque sans symptômes à une inoculation intra-veineuse de 1^{cm^3} de culture virulente de B. d'Eberth (autre échantillon que ceux du vaccin), qui tue les témoins en 28 heures.

III. Nous administrons à l'*homme*, à 5 jours d'intervalle, trois lavements de 100^{cm^3} (canule souple de $0^m,40$; dix gouttes de laudanum). Ils sont facilement conservés pendant 24 heures et n'entraînent aucune réaction, aucun symptôme.

Dès le 10e jour, le pouvoir agglutinant monte à $\frac{1}{30}$, le pouvoir bactériolytique à $\frac{1}{15}$ ou $\frac{1}{20}$. Le pouvoir bactéricide atteint $\frac{1}{200}$, pour dépasser bientôt $\frac{1}{500}$ et même $\frac{1}{1000}$.

IV. *Conclusions*. — L'introduction de toxines vaccinantes (notamment de cultures tuées de B. d'Eberth) dans l'intestin, par ingestion ou de préférence par lavement (plus efficace, innocuité) peut immuniser. La vaccination antityphique, par cette méthode inoffensive, est applicable à l'homme.

Nous reviendrons sur l'absorption élective et la transformation des toxines par l'intestin, phénomène très complexe.

MÉDECINE. — *Action du courant continu sur la pénétration diadermique des principes radioactifs des boues actinifères*. Note de Mme **Fabre** et MM. **A. Zimmern** et **G. Fabre**, présentée par M. E. Roux.

Dès 1909, l'une de nous, Mme Fabre, avait appliqué avec succès les courants continus, l'électrode positive reposant sur une couche de boues

radioactives recouvrant la partie malade et l'électrode négative étant appliquée sur le rachis. Dans les deux cas traités (2 cas de rhumatisme gonococcique très rebelles) les symptômes disparurent et aucune récidive ne s'est produite depuis.

Cette méthode a été reprise depuis par Bertollotti de Turin.

Dans le but de vérifier la réalité d'une influence additionnelle des courants continus sur l'action thérapeutique des boues radioactives, nous avons recherché à quel point le courant continu est capable de modifier la pénétration de matières radioactives dans les tissus.

Pour réaliser l'expérience *in vitro*, nous avons employé comme électrodes des tubes de gélatine à 3 pour 100 isotonique en contact avec un bain de boues ferrugineuses radioactives actinifères. Après le passage pendant 15 heures d'un courant de 5 milliampères, la gélatine à l'électrode négative a été étalée, desséchée à 37° et mesurée au quartz piézo-électrique de Curie. Elle manifestait alors une activité de $0^{U},06$ (1) qui a persisté depuis en augmentant sensiblement jusqu'à $0^{U},118$ au cinquième jour.

L'électrode positive a acquis également une forte activité, mais plus lente à se manifester et n'apparaissant que le troisième jour pour atteindre le quatrième la même activité que l'électrode négative et se maintenir ensuite à $0^{U},130$.

L'activité des électrodes négatives paraît disparaître à la température de 40°, alors qu'elle persiste à 37°.

Nous suggérons, sans être encore affirmatifs, que cette activité pourrait être due à la fixation de l'actinium X dont la volatilité est peu connue et qui se sépare aisément par électrolyse en solution alcaline.

L'expérience *in vitro* nous prouve donc que, dans le traitement par les boues ferrugineuses radioactives actinifères, la pénétration diadermique des substances radioactives sous l'influence du courant continu l'emporte sur l'application simple des boues sur le tégument.

Nous avons appliqué ce procédé dans un certain nombre d'affections reconnues justiciables du traitement par le rayonnement du radium et les rayons X (adénopathies, maladie de Basedow, localisations bacillaires diverses, arthrites, chéloïdes douloureuses, etc., etc.).

Nous nous réservons de publier les résultats définitifs quand ils auront subi l'épreuve du temps.

---

(1) L'activité à sec des boues employées était de $0^{U},15$.

RADIOLOGIE. — *Sur une nouvelle méthode d'introduction du radium dans les tissus.* Note (¹) de MM. **Haret**, **Danne** et **Jaboin**, transmise par M. Chauveau.

Nous avons commencé l'étude de notre nouvelle méthode dès octobre 1910. Cette méthode consiste à introduire des ions radium dans l'organisme. A cet effet on opère une électrolyse suivant le procédé habituel, l'électrolyte étant constitué par une solution aqueuse d'un sel de radium pur.

Nous nous sommes livrés à toute une série de recherches sur le lapin, sur la génisse et sur des malades, sans occasionner aucun accident chez les sujets en expérience (²).

Un premier lapin a été soumis à l'électrolyse, en plaçant l'électrode positive de charbon sur la face postéro-externe de la patte gauche, préalablement rasée; cette électrode était munie d'une compresse de gaze, imbibée avec 22^{cm^3} d'une solution aqueuse radifère au microgramme, c'est-à-dire contenant $22^{\mu g}$ de bromure de radium; la patte de l'animal a été *ligaturée* avec du caoutchouc, à la racine du membre, au-dessus de la compresse. L'électrode négative, constituée par une plaque d'étain recouverte d'une compresse, a été placée à la partie lombaire droite qui avait été rasée également avant l'expérience. On lance le courant : la période d'établissement de 0 à 30 milliampères dure 5 minutes, cette intensité persiste pendant 30 minutes, puis la période de décroissance jusqu'à zéro dure 5 minutes. L'animal est sacrifié, la partie de la patte traitée divisée en trois couches longitudinales superposées, l'os mis également de côté. Nous avons alors recherché le radium dans chacune de ces couches, après destruction de la matière organique, calcination avec traitement par le carbonate de soude et reprise par l'eau acidulée, puis, nous avons dosé ce radium, au bout de plusieurs jours, par la méthode de l'émanation, au moyen du quartz piézo-électrique, en effectuant les corrections nécessaires. Nous avons trouvé successivement : dans la première couche, $0^{\mu g},15$; dans la deuxième, $0^{\mu g},11$; dans la troisième, $0^{\mu g},04$; dans les os, $0^{\mu g},059$ de sel de radium.

Un deuxième lapin a été soumis à des expériences analogues sans ligature de la patte. La patte droite n'a été traitée qu'une fois, tandis que la patte gauche a été soumise à deux électrolyses successives à 7 jours d'intervalle. L'électrode positive a été chargée chaque fois avec $20^{\mu g}$ de bromure de radium placés dans 10^{cm^3} d'eau. Après le sacrifice de l'animal, nous avons trouvé les résultat suivants :

(¹) Transmise dans la séance du 13 mars 1911.

(²) Nous avons effectué toutes ces expériences avec la collaboration de M. Faivre.

	Patte droite (1 application).	Patte gauche (2 applications).
	μg	μg
Peau	0,058	0,11
Aponévrose	0,017	0,042
Tissu musculaire	0,026	0,07
Tissu entourant l'os	0,02	0,04
Os	0,03	0,05

L'examen de ces chiffres démontre que les applications successives semblent additionner les quantités de sel de radium accumulées.

Un troisième lapin a été soumis à cinq électrolyses successives, à 7 jours d'intervalle, avec l'électrode positive chargée, chaque fois, de $20^{\mu g}$ de bromure de radium. Après sacrifice, nous avons trouvé, dans la peau, $0^{\mu g},03$ de sel de radium; dans l'aponévrose, $0^{\mu g},02$; dans le tissu musculaire, $0^{\mu g},09$; dans les os, $0^{\mu g},08$.

Pour démontrer que la pénétration du sel de radium était due à l'électrolyse, nous avons appliqué, pendant 40 minutes, sur la cuisse droite d'un quatrième lapin, une compresse imbibée comme pour nos expériences précédentes. Après la mort de l'animal, le radium a été recherché dans la partie sous-jacente à la compresse. Seule la partie externe de la peau en contenait $0^{\mu g},023$, alors qu'il n'y en avait pas trace dans l'aponévrose, le tissu musculaire et les os.

Enfin, la preuve de l'innocuité de ces expériences nous a été fournie par la survie d'un lapin traité depuis 2 mois, lequel a augmenté de poids et paraît en excellent état.

Nous avons répété ces expériences sur une génisse. Sur le membre antérieur, préalablement rasé et lavé, il a été placé à la face externe, comme électrode positive, une compresse imbibée d'une solution de $20^{\mu g}$ de bromure de radium. Une autre compresse, imbibée d'eau pure, a été placée sur la face interne du même membre et reliée au pôle négatif. On fait passer 20 milliampères pendant 30 minutes. Après la séance, la région est lavée et l'animal sacrifié 24 heures après l'expérience; la partie du membre traitée, qui mesure alors 7^{cm} d'épaisseur, est sectionnée en 7 parties d'environ 1^{cm}, sauf pour la peau, l'aponévrose et l'os. Les dosages du radium accumulé ont donné les résultats suivants :

	μg		μg
1. Peau (compresse positive)	0,061	5. Os (milieu)	0,023
2. Aponévrose	0,019	6. Tissu musculaire	0,017
3. Tissu musculaire	0,025	7. Peau (compresse négative)	0,012
4. Tissu musculaire	0,017		

Une série d'expériences a été faite sur des personnes. Chez l'une d'elles, on a recueilli de l'urine dans laquelle on a pu déceler la présence du radium.

On peut donc conclure de ces expériences :

1° Que le radium passe dans les tissus par ionisation;

2° Que l'ionisation est nécessaire, lorsqu'on ne fait pas d'effraction de la

peau, pour porter le radium dans les tissus sous-cutanés, l'application de compresses imbibées d'une solution radifère n'étant pas suffisante;

3° Que la pénétration de l'ion radium se fait à une grande profondeur (génisse);

4° Que la circulation sanguine reste indépendante de ce transport, puisque dans la première expérience, en dépit de la ligature, nous avons trouvé du radium dans les tissus musculaires et dans l'os;

5° Que le séjour du radium persiste un temps suffisamment long dans les tissus pour permettre, par des séances d'ionisation successives à quelques jours d'intervalle, d'en obtenir une quantité assez grande dans les tissus pour en attendre des résultats thérapeutiques;

6° Que les effets de cette ionisation ne sont pas nocifs pour l'animal en expérience.

Des applications sur divers malades ont démontré que la pénétration de l'ion radium provoque une action sédative manifeste et que certaines tumeurs diminuent rapidement par l'effet de cette nouvelle méthode d'introduction du radium dans les tissus.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Sur l'origine des cancers de la peau.* Note de MM. **L. Bruntz** et **L. Spillmann**, présentée par M. Guignard.

On sait, comme de nombreux faits cliniques le prouvent, que les cancers se différencient toujours aux dépens de formations pathologiques préexistantes. C'est ce que Ménétrier (1908) a bien exprimé en disant que les cancers au début présentent seulement une accusation de lésions préexistantes (hétérotopie cellulaire et hyperplasie inflammatoire). En effet nous voyons, par exemple, un épithélioma des téguments succéder à une tumeur bénigne (papillome) ou se développer sur les bords d'une ulcération (orifice externe des fistules naturelles ou artificielles). Ce sont ces lésions primitives qui constituent donc le stade précancéreux recherché par les auteurs désirant surprendre des images cytologiques de la différenciation cancéreuse. Ainsi, l'étude de la genèse des épithéliomas nous apparaît inséparable de celle de formations préexistantes (papillome, ulcération, etc.).

Examinons seulement deux cas : 1° Une coupe de jeune papillome montre cette tumeur constituée par le derme et l'épiderme. Le derme présente des vaisseaux sanguins dilatés entourés d'un infiltrat leucocytaire marqué résul-

tant du premier stade d'une exocytose incomplète. En effet les leucocytes, chargés des substances inutiles ou nuisibles qu'ils transportent, sont arrêtés par une violente réaction épidermique, caractérisée par de l'hyperplasie (épaississement des différentes couches constitutives) et de l'hyperfonctionnement (abondance des cellules à éléidine et importance de la couche cornée). Les leucocytes, arrêtés dans leur exocytose, s'organisent, semble-t-il, en tissu conjonctif. Ainsi, le papillome résulte de l'action de leucocytes éliminateurs et de la réaction épithéliale consécutive ; l'hyperplasie épidermique a pour cause *la division des jeunes cellules épidermiques*.

2° Si, dans une lésion cutanée, la réaction épidermique n'a pas empêché le passage des leucocytes, les globules lèsent alors l'épiderme traversé, et, par réaction défensive, des processus de cicatrisation, marqués par des *mitoses des jeunes cellules épidermiques*, sont mis en jeu. On peut rencontrer de ces phénomèmes de cicatrisation dans le voisinage des lésions ulcératives entretenues par le passage continu de leucocytes éliminateurs.

Dans tous les cas, que les leucocytes passent ou non au travers de l'épiderme, leur action a donc pour résultat de stimuler les processus de multiplication des cellules épidermiques. Les divisions cellulaires, s'opérant dans un milieu plus ou moins toxique créé par les apports leucocytaires, peuvent être troublées dans leur mécanisme normal.

Comment va s'effectuer la transformation épithéliomateuse, c'est-à-dire cancéreuse, d'une cellule épidermique? Si nous avons pu interpréter, par l'examen de préparations histologiques, la formation d'une tumeur bénigne, nous ne voyons pas comment l'observation permettrait de montrer l'action irritative des leucocytes exercée souvent pendant des années sur les mêmes cellules épidermiques ou leurs cellules filles. C'est donc à une hypothèse corroborée par les faits que nous devons maintenant nous adresser pour expliquer l'apparition d'une cellule épithéliomateuse. Comme nous le montrons dans un Mémoire en cours de publication, l'hypothèse que nous émettons, en ce qui concerne l'origine des cancers de la peau, permet d'expliquer la plupart des cas de tumeurs et d'interpréter un grand nombre de faits cliniques.

Si l'action initative des leucocytes chargés de produits plus ou moins nocifs est continue, comme dans les deux cas cités, les jeunes cellules épidermiques soumises directement à l'action de ces éléments, si elles ne succombent pas, vont comme toujours présenter des phénomènes de suractivité. Normalement, ces cellules se divisent pour donner naissance à des cellules filles dont la plupart subissent la dégénérescence cornée. Si leur

vitalité est exagérée, elles fourniront des divisions plus fréquentes. Mais comme chaque cellule ne possède qu'une quantité approximativement définie de potentiel énergétique, son cycle vital est naturellement raccourci, elle perd sa fonction spécifique en n'accomplissant plus son évolution habituelle. On comprend alors que l'influence prolongée de l'excitant puisse contribuer à différencier quelques jeunes cellules pour en faire *un nouveau type, une nouvelle race* susceptible, à un moment donné, de garder héréditairement sa caractéristique : celle de se multiplier rapidement sans accomplir le même cycle évolutif que celui des cellules ancestrales. Ainsi se trouve donc différenciée la cellule épithéliomateuse.

En résumé, les processus de l'inflammation, tels que nous venons de les détailler, nous ont donc bien conduits : 1° à une tumeur bénigne, réaction hyperplasique caractérisée par une prolifération des cellules gardant leur caractéristique anatomique et leur aboutissant physiologique; 2° à une tumeur maligne résultant de l'action irritative causée par l'apport ou le passage longtemps répété des globules, entraînant des troubles de l'évolution cellulaire. A leur suite apparaît une nouvelle race de cellules ayant perdu ou gardant seulement plus ou moins l'aspect et la fonction des cellules types, mais dont la propriété essentielle est la faculté qu'elles possèdent de pouvoir se diviser indéfiniment. Ainsi compris, *les cancers de la peau ont donc pour origine une viciation du processus physiologique de régénération des téguments*.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la tempête du 13 mars 1911*. Note de M. G. GUILBERT, présentée par M. J. Violle.

Par sa violence et son irruption soudaine, la tempête du 13 mars 1911 mérite de se classer parmi les plus importants cyclones qui ont sévi depuis l'organisation des services météorologiques.

De semblables tempêtes ne surviennent sur nos régions qu'à de longs intervalles : celle du 13 mars 1911 n'a guère de précédents depuis le 11 septembre 1903.

Ces cyclones, par leur brusque formation, semblent défier toute prévision. Encore ce 13 mars, le tourbillon cyclonique a traversé en quelques heures les îles Britanniques et la Manche.

Je voudrais montrer que les principes que j'ai exposés sous le nom de *Nouvelle méthode de prévision du temps*, appliqués à la carte isobarique

du 12 mars au matin, permettaient de prévoir l'arrivée du cyclone pour le lendemain, et d'en déterminer l'importance, la vitesse et la trajectoire.

Notre méthode considère, en effet, le vent de surface comme la cause, au moins apparente, des variations barométriques à courte échéance, à 24 heures d'intervalle.

Les vents à composante centripète ou convergents sont, par principe, les ennemis de la dépression. Ils opposent à sa marche et à son développement une résistance d'autant plus efficace qu'ils sont eux-mêmes plus forts proportionnellement à la valeur numérique du gradient barométrique.

Inversement, les vents à composante centrifuge, ou divergents par rapport à un centre cyclonique, loin d'opposer une résistance quelconque à la marche ou au développement de ce centre tendent à le creuser, c'est-à-dire à l'aggraver.

Considérons, d'après ces seuls principes, la situation atmosphérique du 12 mars 1911, à 7^h du matin.

Dans la nuit du 11 au 12, une dépression océanienne s'approche à l'ouest de l'Irlande et fait baisser le baromètre de $-9^{mm},4$ à Valencia.

La présence d'une dépression est donc nettement indiquée. Il s'agit dès lors de déterminer l'avenir de ce tourbillon cyclonique. Va-t-il augmenter ou disparaître? Demeurera-t-il stationnaire ou bien s'avancera-t-il et, alors, sera-ce lentement ou rapidement, dans quelle direction et jusqu'à quelle région?

La réponse à tous ces problèmes, naguère encore insolubles, est donnée par le seul examen de la direction des vents. S'ils sont convergents, la dépression n'avancera pas; s'ils sont divergents, elle se creusera et se précipitera impétueusement.

Or, pour une dépression qui se trouve à l'ouest de l'Irlande, comme au 12 mars, les vents, pour être convergents, doivent souffler du SW en Bretagne; du S au Pas-de-Calais; du SE sur la mer du Nord; des régions E en Écosse. De plus, en face d'une baisse rapide, comme au 12 mars, et pour en triompher, ils doivent déjà souffler avec force (coefficients 5 ou 6).

Il suffit d'ouvrir la carte du 12 mars 1911 pour constater :

1° Qu'en face de la dépression naissante il n'existe de vents opposés, convergents et centripètes, que sur deux points : Valencia, S 3, et Scilly, SW 3; vents faibles et par conséquent sans action;

2° Que partout ailleurs soufflent des vents divergents, centrifuges : N 6 à Stornorway (au lieu d'ESE, direction convergente); NW 5 à Blaksod (au lieu de SE); WSW 3 à Shields (au lieu de SE); SW 2 à Yarmouth, Flessingue et Bruxelles (au lieu de SSE); WSW 1 à Dunkerque (au lieu de S); W 3 à Boulogne et le Havre (au

lieu de S); NW 3 à la Hague (au lieu de SSW); NW 2 à Ouessant et Saint-Mathieu (au lieu de SW); NNW 2 à Brest (au lieu de SW).

En conséquence, non seulement la dépression du large ne rencontre aucune résistance, mais bien au contraire, les vents centrifuges ou divergents, faisant le vide devant elle, favorisent sa marche normale vers l'Est et son extension. Le tourbillon naissant va se creuser et se diriger rapidement vers tous les points où soufflent les vents divergents et, comme l'ont démontré nos observations, vers la dorsale de hautes pressions relatives, vers la ligne de faîte qui sépare les vents divergents des vents convergents. Cette dorsale suit toute la Manche et le sud de l'Angleterre, ayant sur sa gauche des vents SW aux Scilly, Portland, Yarmouth, et sur sa droite des vents de NW en Bretagne, à la Hague et d'W au Pas-de-Calais. C'est aussi la ligne de partage de deux zones de baisse barométrique : l'une sur l'Irlande, l'autre sur la France presque entière.

Le point d'attraction maximum, pour la bourrasque d'Irlande, se trouve au sommet de la courbe, grossièrement parabolique, de la hausse barométrique, c'est-à-dire vers le Pas-de-Calais.

Pour prévoir l'importance numérique de la baisse future, on doit présumer qu'une baisse existante de -9^{mm} *en 12 heures*, et dont toutes les circonstances atmosphériques, éminemment propices, favorisent l'aggravation, sera plus que doublée *dans les 24 heures* suivantes et dépassera largement -20^{mm} (1).

C'est bien ce que les faits ont montré.

La dépression qui, le 12 au matin, ne devait pas dépasser au centre, sur l'Océan, 750^{mm}, *se creusait progressivement*, en se dirigeant vers la dorsale barométrique, à mesure qu'elle atteignait la région des vents divergents. Elle se trouvait, le 12 au soir, près des Scilly, à 745; vers minuit, au nord de la Hague; près du Havre, à 2^h matin, à 740 environ, et le lendemain 13, à 7^h matin, entre Dunkerque et Bruxelles, à 736 environ, en baisse de -25^{mm}.

(1) D'ailleurs et d'autre part, il existe dans un rayon limité plusieurs mouvements tourbillonnaires : au sud-est des Shetland, près de Berlin et près de Biarritz. L'une de nos règles exige la réunion de plusieurs dépressions coexistantes en un seul cyclone, plus important que chacune d'elles. La somme des mouvements en baisse dans la dépression d'Irlande et les trois mouvements tourbillonnaires voisins étant égale à -20^{mm}, c'est également une baisse minimum d'au moins -20^{mm} qu'on doit prévoir *au centre de réunion*, c'est-à-dire vers le Pas-de-Calais.

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations sur les charges électriques de la pluie en 1910, au Puy-en-Velay.* Note (¹) de M. A. **Baldit**, présentée par M. J. Violle.

Pendant les mois de mai à octobre 1910, nous avons effectué au Puy-en-Velay des mesures sur l'électricité de la pluie destinées à faire connaître la durée respective des pluies positives et négatives, ainsi que la grandeur des charges électriques apportées au sol dans les précipitations. Sur le premier de ces deux points, dont l'importance théorique est considérable, les résultats fort peu nombreux obtenus jusqu'ici ne sont pas concordants. Tandis que les observations de Gerdien à Göttingen en 1902, confirmant celles qu'avaient obtenues quelques années auparavant à Wolfenbüttel Elster et Geitel, donnent la prépondérance aux pluies négatives, celles plus récentes (1908-1909) de G. Simpson à Simla (Inde) accusent une supériorité très nette en faveur des pluies positives. Pour élucider cette question, il est nécessaire d'étendre les recherches à un plus grand nombre de stations.

Nos observations ont été faites à l'aide d'un électromètre à lecture directe. Cet instrument est du type à quadrants légèrement modifié, en vue d'obtenir une capacité réduite et un amortissement presque parfait de l'aiguille. Une forte tige en cuivre, traversant un cylindre d'ambroïde, reçoit à sa partie inférieure, à l'aide d'une pince, le fil de platine très fin auquel est suspendue l'aiguille, tandis que sur sa partie supérieure repose, par l'intermédiaire d'une douille, le récipient destiné à recevoir la pluie. Le récipient est protégé contre les actions électrostatiques extérieures par une gaine métallique mise à la terre. Les déviations du miroir sont mesurées selon la méthode de Poggendorf au moyen d'une échelle divisée et d'une lunette. L'échelle étant placée à 18^{cm} du miroir et les divisions étant espacées de $0^{cm},02$, une division correspond presque exactement à une variation de 1 unité électrostatique dans la charge de l'appareil, lorsque les quadrants sont chargés respectivement à + et — 50 volts.

Tout l'appareil est installé dans une cabane en bois dont le toit laisse passer le récipient pluviométrique. A côté de la cabane, un pluviomètre enregistreur Richard, dont le cylindre fait un tour en 24 heures, donne les indications nécessaires sur l'intensité de la pluie à chaque instant.

Le mode d'observation est le suivant : Les quadrants étant chargés et l'appareil au sol, on note la position d'équilibre de l'aiguille; puis on isole le récipient, on le découvre et l'on note au chronomètre à secondes les divisions de l'échelle qui passent

(¹) Présentée dans la séance du 13 mars 1911.

au réticule de la lunette. Lorsque, par suite de la trop grande durée d'une pluie de même signe, l'aiguille dévie trop fortement, on met le récipient au sol et l'on recommence une nouvelle série de mesures. On trace ensuite un diagramme ayant comme abscisses les temps et comme ordonnées positives et négatives les potentiels positifs et négatifs correspondants aux divisions de l'échelle. Les parties ascendantes de la courbe correspondent à des pluies chargées positivement et les parties descendantes à des pluies chargées négativement. Pour connaître la charge électrique apportée par la pluie, il suffit de mesurer exactement la capacité électrique de l'instrument tout installé. La capacité de notre appareil a été trouvée égale à 73 u. es.

Nos observations ont porté sur 48 pluies différentes s'étendant à 30 journées pluvieuses. Sur ces 48 pluies, 27 sont orageuses.

Les intervalles auxquels sont relevés au chronomètre les divisions de l'échelle sont de 15 secondes. En mettant de côté les intervalles douteux, nous avons gardé comme réellement bons 3496 intervalles pendant lesquels le signe de la charge électrique et la valeur du courant ont pu être mesurés.

1° Le nombre des intervalles pendant lesquels la pluie a été positive est de 2104, le nombre des intervalles négatifs 1388. Le rapport est égal à

$$1,52$$

représentant, pour l'époque déterminée et pour un ensemble de pluies qui appartiennent presque toutes aux averses (orageuses ou non), le rapport des durées des pluies positives et négatives. Il y a donc prédominance des pluies positives.

2° Le rapport des quantités d'eau fournies par les pluies positives et par les pluies négatives est de

$$1,45$$

Ce rapport est donc sensiblement le même que celui des durées, mais il n'est pas susceptible d'une mesure aussi précise.

3° Nous avons calculé les valeurs de la charge électrique apportée par la pluie en une seconde et par centimètre carré de surface. Ces valeurs peuvent être regardées comme représentant les intensités d'un courant électrique entre l'atmosphère et le sol.

Dans le Tableau suivant, nous donnons le nombre des intervalles de 15 secondes correspondant aux différentes valeurs du courant, ainsi que les rapports des nombres d'intervalles positifs aux nombres d'intervalles négatifs.

Courants.	Intervalles positifs.	Intervalles négatifs.	Rapports.
Inférieur à $0,1 \times 10^{-13}$ amp : cm²	604	496	1,2
Entre 0,1 et $0,5 \times 10^{-13}$ »	760	491	1,5
Entre 0,5 et $1,0 \times 10^{-13}$ »	311	160	1,9
Entre 1,0 et $2,0 \times 10^{-13}$ »	199	103	1,9
Supérieur à $2,0 \times 10^{-13}$ »	117	61	1,9

On voit que, pour les valeurs du courant plus grandes que

$$0,5 \times 10^{-13} \text{ ampère par centimètre carré,}$$

les courants positifs ont une tendance à devenir relativement plus fréquents qu'ils ne sont en moyenne, et qu'au contraire pour les très faibles courants, la durée des courants positifs l'emporte de peu sur celle des courants négatifs.

L'importance des pluies positives s'exagère encore si l'on prend seulement les très fortes valeurs du courant observées pendant les pluies d'orage. Voici quelques-unes des valeurs trouvées pendant ces pluies :

Date.	Heure.	Amp : cm².	Durée.	Charge par cm³ en u. es.
22 mai	12h47m	$+5,3 \times 10^{-13}$	15s	0,94
23 mai	12.45	$+7,9 \times 10^{-13}$	56	1,43
12 juillet	19.00	$-4,1 \times 10^{-13}$	40	1,45
12 juillet	19.56	$+5,6 \times 10^{-13}$	93	2,01
29 octobre	22.35	$+7,0 \times 10^{-13}$	68	1,25

La charge électrique par centimètre cube de pluie est calculée d'après les indications du pluviomètre enregistreur.

Nos observations confirment donc celles de G. Simpson à Simla, touchant la prépondérance des pluies positives. Cette confirmation ne saurait cependant donner à cette prédominance, dans le temps et dans l'espace, une généralité qui n'apparaît à l'heure actuelle que comme probable.

La séance est levée à 4 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 mars 1911.

Institut de France. Académie des Sciences. *Inauguration de l'Institut océanographique*, le 23 janvier 1911. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 fasc. in-4°.

L'Avènement du Métal, par Camille Jullian, de l'Institut : Cours d'Histoire et d'Antiquités nationales (1910-1911); Leçon d'ouverture faite au Collège de France, le 17 décembre 1910. (Extr. de la *Revue politique et littéraire*, 28 janvier et 4 février 1911.) Paris, 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les articulations florales, par Henri Lecomte. (Extr. des *Nouvelles Archives du Muséum*, 5e série, t. II, 1910.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Mangin.)

L'École de Médecine navale de Toulon, Note historique, par J. Regnault. Toulon, Alté, 1911; 1 fasc. in-8°.

La prévision du temps, par A. Labat. (Extr. du *Journal de la Dordogne*, novembre 1902.) Périgueux, impr. Cassard frères; 1 fasc. in-8°.

La Certitude en Médecine, par A. Labat. Périgueux, A. Cassard; 1 fasc. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France; 4e série, t. XII, février 1911; avec la *Liste générale des Membres de la Société*, au 26 janvier 1911. Paris; 1 fasc. in-8°.

Encyclopédie médicale : Répertoire bibliographique mensuel des publications médicales françaises et étrangères; 1re année, fasc. 1, janvier 1911; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 mars 1911.

Un peu de géométrie à propos de l'intégrale de Poisson, par M. Gaston Darboux. (Extr. du *Bulletin des Sciences mathématiques*, 2e série, t. XXXIV, décembre 1910.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur une méthode de Tissot relative à la construction des Cartes géographiques, par M. Gaston Darboux. (Extr. du *Bulletin des Sciences mathématiques*, 2e série, t. XXXV, février 1911.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Mémoire sur les courbes conjuguées dans le mouvement relatif le plus général de deux corps solides, par Gabriel Kœnigs. (Extr. des *Mémoires des Savants étrangers*, t. XXXV, n° 1.) Paris, Imprimerie nationale, 1910; 1 vol. in-4°.

Les phénomènes thermiques de l'atmosphère, par ÉMILE SCHWOERER. Paris, Gauthier-Villars, s. d.; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. P. Appell.)

La Technique moderne. Revue mensuelle illustrée des Sciences appliquées à l'Industrie, au Commerce et à l'Agriculture; Rédacteur en chef : G. BOURREY; t. I (1908-1909), t. II (1910) et Supplément. Paris, H. Dunod et E. Pinat; 3 vol. in-4°. (Présenté par M. P. Appell.)

Histoire de la cochenille au Mexique, par M. LÉON DIGUET. (Extr. du *Journal de la Société des Américanistes de Paris;* nouvelle série, t. VI, 1909.) Paris; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

Flore fossile du Trias en Lorraine et Franche-Comté, par M. P. FLICHE, Correspondant de l'Institut, avec des considérations finales par M. R. ZEILLER, Membre de l'Institut; avec 27 planches photographiques hors texte. Paris; Nancy, Berger-Levrault, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté en hommage par M. Zeiller.)

Monographie der Churfirsten-Mattstock-Gruppe, von ARNOLD HEIM : Teil I : *Einleitung und Stratigraphie vom Tertiär bis zur mittleren Kreide;* Text und Atlas. (*Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse;* 2e série, livraison XX[1], avec Atlas.) Berne, A. Francke, 1910; 2 vol. in-4°.

Beiträge zur Geologie des Unterengadins : Teil I : *Das Gebiet der Sedimente*, von CHR. TARNUZZER; Teil II : *Die kristallinen Gesteine*, von U. GRUBENMANN. (*Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse*, 2e série, livraison XXIII.) Berne, A. Francke, 1909; 1 vol. in-4°.

Détermination de l'altitude du mont Huascaran (*Andes du Pérou*), exécutée en 1909, sur la demande de Mme F. BULLOCK-WORKMAN, par la Société générale d'Études et de Travaux topographiques. *Compte rendu de la Mission.* Paris, Henry Barrère, 1911; 1 fasc. in-f°. (Présenté par M. Carpentier.)

Palæontologia indica. Series XV : *Himalayan fossils;* Tome IV : *The fauna of Spiti Shales*, fasc. 3, by VICTOR UHLIG. Calcutta, The Geological Survey of India, 1910; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 27 février 1911.)

Note de M. *Henri Coupin*, Sur la toxicité comparée des essences végétales sur les végétaux supérieurs :

Page 531, ligne 6 en remontant, *au lieu de* il me paraît, *lire* il ne paraît pas.

(Séance du 13 mars 1911.)

Note de M. *A. Chauveau*, Lutte des champs visuels dans le stéréoscope :

Page 664, ligne 29, *au lieu de* centres de projection, *lire* centres de perception.